

---

**Piano di indagine nelle  
aste fluviali del F. Paglia e  
F. Tevere per la verifica  
dello stato di  
contaminazione da  
mercurio**

---

18/11/2016

## INDICE

	<b><i>Introduzione</i></b>	<b><i>Pag. 2</i></b>
<b>1.</b>	<b><i>Bacino Fiume Paglia</i></b>	<b><i>Pag. 3</i></b>
<b>2.</b>	<b><i>Sintesi delle conoscenze mercurio e del modello concettuale del fenomeno</i></b>	<b><i>Pag. 3</i></b>
<b>3.</b>	<b><i>Individuazione delle sorgenti primarie e sintesi dello stato amministrativo delle bonifiche delle aree minerarie</i></b>	<b><i>Pag. 5</i></b>
<b>4.</b>	<b><i>Programma condiviso di approfondimento - finalità ai sensi della direttiva WFD art.11, del 152/06 bonifiche, sostanze prioritarie e 172/2015 su biota</i></b>	<b><i>Pag. 5</i></b>
<b>5.</b>	<b><i>Modalità di implementazione delle attività analitiche per la definizione dei bianchi, per la stima dei valori di fondo e dei contributi esterni nei sedimenti e sulle acque del reticolo idrografico</i></b>	<b><i>Pag. 7</i></b>
<b>6.</b>	<b><i>Suddivisione in unità di indagine</i></b>	<b><i>Pag. 7</i></b>
<b>7.</b>	<b><i>Definizione e Formazione di procedure condivise per il campionamento</i></b>	<b><i>Pag. 9</i></b>
<b>8.</b>	<b><i>Distribuzione delle competenze analitiche e controllo qualità interlaboratorio.</i></b>	<b><i>Pag. 9</i></b>
<b>9.</b>	<b><i>Piano di indagini sulla fauna ittica ai fini sanitari</i></b>	<b><i>Pag. 10</i></b>
<b>10.</b>	<b><i>Piano di indagini sulla fauna ittica per determinazione stato chimico biota</i></b>	<b><i>Pag. 10</i></b>
<b>11.</b>	<b><i>Piano di indagini sul trasporto di mercurio lungo il reticolo idrografico ( in fase acquosa, sul particolato sospeso e sul sedimento mobile – prima valutazione di bilancio di massa annuo)</i></b>	<b><i>Pag. 11</i></b>
<b>12.</b>	<b><i>Piano di indagini sui sedimenti accumulati negli invasi in asta</i></b>	<b><i>Pag. 12</i></b>
<b>13.</b>	<b><i>Costi</i></b>	<b><i>Pag. 12</i></b>
<b>14.</b>	<b><i>Interpretazione dei dati</i></b>	<b><i>Pag. 18</i></b>
<b>15.</b>	<b><i>Rivisitazione progettuale a 12 mesi in relazione ai risultati</i></b>	<b><i>Pag. 18</i></b>
<b>16.</b>	<b><i>Cronoprogramma delle attività</i></b>	<b><i>Pag. 19</i></b>
	<b><i>Allegato 1 Possibili soluzioni per la mitigazione</i></b>	<b><i>Pag.22</i></b>

## **Introduzione**

A seguito della richiesta di attivazione della normativa sul danno ambientale, ai sensi dell'art. 309 del D.Lgs. n. 152/06, rivolta dalla Regione Umbria al Ministero dell'Ambiente e attraverso il coordinamento dell'Autorità di bacino del fiume Tevere, le Regioni Toscana, Umbria e Lazio hanno incaricato le rispettive Agenzie di protezione ambientale (ARPA) di elaborare un documento, definito "Piano d'indagine nelle aste fluviali del F. Paglia e del F. Tevere per la verifica dello stato di contaminazione da mercurio", di seguito Piano, al fine di progettare le specifiche attività del monitoraggio d'indagine previsto dall'art. 8 della Direttiva n. 2000/60/CE, di seguito WFD, integrate con valutazioni ambientali e sanitarie su suolo, sedimenti e alimenti che investono l'intera piana alluvionale del Paglia e porzione del Tevere a valle, . L'incarico definiva gli obiettivi del monitoraggio d'indagine, da svilupparsi anche per successive fasi di affinamento:

- verificare lo stato di contaminazione da mercurio nei diversi ambiti territoriali e nei principali elementi-bersaglio;
- identificare i potenziali ambiti d'intervento;
- ricostruire la dinamica del fenomeno.

I risultati, anche intermedi del Piano, consentiranno al Ministero dell'Ambiente e alle Regioni di individuare:

- le più corrette procedure amministrative d'azione, distinguendo, ove possibile, l'ambito di applicazione della "bonifica dei siti inquinati" da quello della tutela ambientale, anche ai fini del reperimento delle necessarie risorse economiche;
- le azioni da mettere in campo al fine di riportare le concentrazioni di sostanze inquinanti presenti nel suolo, sottosuolo ed acque sotterranee e superficiali entro soglie tali da non comportare rischio sanitario per i fruitori nei diversi ambiti e garantire l'assenza di esportazione di contaminazione attraverso la falda imponendo il rispetto di limiti tabellari alle acque sotterranee a valle idraulica di tali ambiti;
- le misure provvisorie e contingibili a tutela della salute umana, compresa l'eventuale rimodulazione di quelle già messe in atto in forma autonoma.

L'attuazione del Piano è prevista attraverso uno specifico Programma di Monitoraggio d'Indagine (PMI) che sarà sviluppato dalle Regioni, supportate dalle rispettive ARPA, di concerto con il Ministero dell'Ambiente sulla base della preliminare ricognizione delle risorse disponibili. Il PMI potrà essere articolato in più programmi operativi per consentire, attraverso la sua rimodulazione sulla base dei risultati intermedi, la migliore conformità agli obiettivi fissati.

## **Il Piano**

Il presente Piano è stato stilato congiuntamente da ARPA Toscana, ARPA Umbria ed ARPA Lazio, di concerto con le rispettive Regioni sulla base di quanto richiesto dall'Autorità di bacino del fiume Tevere in sede di tavolo tecnico.

L'obiettivo principale è stato quello di definire il quadro della distribuzione e/o la presenza del mercurio lungo il corso del Fiume Paglia e del Fiume Tevere, in particolare nelle diverse matrici ambientali e in prima battuta in alcune matrici alimentari.

La presenza di mercurio è stata segnalata in alcuni documenti elaborati da soggetti diversi con i quali si ritiene utile verificare le conoscenze sinora acquisite, le metodiche di campionamento, di analisi chimiche e di elaborazione dei risultati. Si ritiene inoltre necessario un raccordo sia con le ARPA di altre Regioni che, in passato, hanno affrontato analoghi problemi sia con il sistema degli Istituti Zootecnici Sperimentali per la loro esperienza nell'analisi dei fenomeni di bio-assimilazione negli organismi viventi.

La realizzazione del programma in oggetto sarà anche occasione di crescita professionale del personale delle Agenzie impegnate.

In parallelo alle attività di indagine qui riportate, le ARPA (anche con delega a una di esse) approfondiranno le possibili proposte tecniche sperimentali per la mitigazione e riduzione della presenza di tale inquinante nelle sue forme più dannose per la salute umana.

### **1. Bacino Fiume Paglia**

Il Fiume Paglia ha origine dal M. Amiata ed è uno dei principali affluenti di destra del F. Tevere. Il suo bacino idrografico si estende in Toscana, Lazio e Umbria ed interessa le province di Grosseto, Siena, Arezzo, Viterbo Perugia e Terni. La sua estensione areale è di circa 1320 km<sup>2</sup>, la chiusura del bacino (confluenza con il F. Tevere) è situata tra Baschi e Orvieto.

Il fiume nasce con il nome di Pagliola, alimentato da vari rivoli e sorgenti nella zona delle Fonti dell'Acquapassante e dopo un ripido percorso di 15 km, scende ad una quota di 402 m s.l.m. dove confluisce nel torrente Vascio prendendo il nome di Paglia.

Il Paglia raccoglie lungo il suo corso numerosi affluenti; fra questi alcuni sono di scarsa importanza, mentre altri hanno una notevole portata e sono co-responsabili delle piene del fiume. In particolare gli affluenti di destra che, nei periodi piovosi dell'anno, possono manifestare portate rilevanti che causano significativi incrementi di flusso nel Paglia.

In sinistra idrografica l'affluente più importante è il Chiani, con un bacino di circa 422 km<sup>2</sup> e confluisce nel Paglia nei pressi di Orvieto.

Il Paglia presenta un andamento molto variegato del suo percorso: nel primo tratto, in territorio toscano e laziale e per circa la metà del suo percorso, è caratterizzato da un regime tipicamente torrentizio con un alveo spesso confinato o con ridotta piana alluvionale limitrofa. Nel tratto umbro invece, da MonteRubiaglio - Allerona sino alla confluenza con il Tevere a Baschi defluisce all'interno della pianura alluvionale e si presenta addossato al versante in sinistra idrografica.

Fra tutti gli affluenti del Tevere, è quello a regime più torrentizio: presso Acquapendente, la sua portata varia da circa 0,3 m<sup>3</sup>/s in periodo di magra estiva, fino a 800 m<sup>3</sup>/s in massima piena; presso Orvieto ha una portata media di 11,3 m<sup>3</sup>/s. Questo suo regime estremamente torrentizio rende il Paglia determinante nella formazione delle piene lungo il Tevere.

Da un punto di vista qualitativo il Paglia, nel tratto finale, presenta al 2015 uno stato ecologico complessivo "moderato", determinato sia dalle comunità biologiche che dagli elementi chimico-fisici di base. Le concentrazioni di azoto ammoniacale, in particolare, condizionano il giudizio dei parametri macrodescrittori.

Per quanto riguarda gli affluenti, nessuna criticità è stata rilevata per il torrente Chiani e il torrente Migliari (stato ecologico "buono"), mentre il torrente Romealla presenta indizi di alterazione delle comunità biotiche lungo tutto il suo corso.

Il monitoraggio delle sostanze prioritarie e non prioritarie di sintesi, che viene effettuato nella stazione di chiusura del bacino, ha evidenziato saltuarie presenze di prodotti fitosanitari e positività significative per diversi metalli. Nel caso del mercurio, le concentrazioni rilevate sono risultate, in due campioni, superiori agli standard di concentrazione massima ammissibile (>0,06 microg/l - tab 1/A DM 260/2010), pregiudicando così la qualità del fiume Paglia che viene classificato in stato chimico "non buono".

Per gli approfondimenti oggetto del presente documento, l'area di indagine è estesa anche al Fiume Tevere nel tratto che va dalla confluenza con il Paglia stesso sino all'invaso di Nazzano, tratto costituito da n.3 corpi idrici considerati ai sensi della normativa come Fortemente modificati per la presenza di invasi in alveo e regime condizionato dagli usi idroelettrici.

## **2. Sintesi delle conoscenze sulle origini del mercurio e del fenomeno**

Dalle informazioni di letteratura la presenza di Mercurio nel fiume Paglia risulta principalmente attribuibile alle attività estrattive presenti nell'area sud del Monte Amiata ed ora terminate.

Il distretto minerario del monte Amiata ha rappresentato il quarto sito estrattivo al mondo, collocato a sud della Toscana, immediatamente a nord della regione Umbria con una produzione di circa 102.000 tonnellate di Mercurio dal 1860 al 1980. Il fiume Paglia ha un ruolo chiave nel trasporto del Mercurio in quanto drena buona parte dell'area mineraria. Il fiume Tevere, in virtù del contributo proveniente dal Paglia, può essere potenzialmente considerato uno dei maggiori contribuenti alla presenza di Mercurio nel mar Mediterraneo.

Nel XX secolo le miniere dell'area amiatina sono state tra le più importanti nel mondo. Quella principale, di Abbadia San Salvatore, si è sviluppata in continuità con il centro abitato facendo parte integrante del tessuto urbano e sociale. Alla chiusura definitiva del 1982, si pose il problema della bonifica delle aree e degli immobili dello stabilimento. Negli anni '90 Agip S.p.A. ha presentato un progetto di bonifica per procedere alla definitiva chiusura della pregressa attività estrattiva ed industriale. Il progetto è stato definitivamente approvato nell'anno 2000 e, sommariamente, prevedeva la bonifica degli edifici tramite la demolizione totale e/o parziale di alcuni, la costruzione di un canale idraulico tombato per l'allontanamento delle acque provenienti da monte dello stabilimento e la realizzazione di un sito di messa in sicurezza per lo smaltimento dei prodotti inquinati, provenienti dalle operazioni di bonifica. Nel febbraio 2008 il Comune di Abbadia San Salvatore e Agip hanno firmato a Milano, il contratto preliminare che prevede la cessione al Comune, da parte di Agip, di tutte le pertinenze minerarie e di tutti gli immobili presenti nell'area che sarà interessata dalla bonifica, e l'erogazione di 18,1 milioni di euro. Il progetto di bonifica, ancora in corso, riguarda il solo sito minerario di Abbadia San Salvatore ultimo ad essere chiuso e nel quale sono state estratte circa 50.000 ton di Mercurio approssimativamente pari al 50% del totale estratto nell'area.

E' stata sottolineata una massiccia presenza di sedimenti contaminati da Mercurio depositati fuori dai siti di bonifica e fin sulle rive del fiume Paglia a valle di punti di confluenza degli affluenti provenienti dall'area mineraria.

Gli eventi di piena, associati a fenomeni meteorici straordinari, sempre più frequenti, giocano un ruolo fondamentale nella rimobilitazione di sedimenti spondali causando la dispersione nelle piane alluvionali di grandi quantità di Mercurio. Questo fenomeno è documentato dagli esiti di due campagne di analisi eseguite dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, prima e dopo l'alluvione del Novembre 2012 dalle quali si evince un netto aumento della concentrazione di Mercurio nei sedimenti spondali dopo l'onda di piena (anche sul Tevere). Tale situazione evidenzia come il contributo prevalente di Mercurio sia quello già presente nei sedimenti fluviali e non più quello proveniente dai siti minerari.

Gli studi evidenziano che ad oltre 30 anni dalla chiusura del polo minerario, continuano ad essere presenti sull'ambiente effetti consistenti di diffusione, anche a grande distanza lungo il reticolo idrografico, di Mercurio (pesci, suolo, acque superficiali e sedimenti).

Le analisi condotte negli studi hanno riscontrato presenza di mercurio in forma metilata, la forma tossica e biodisponibile di questo metallo, nei tessuti muscolari dei pesci, nonché in proporzione minore anche in suoli e sedimenti fluviali. Le analisi di mercurio in cortecce d'albero hanno evidenziato una rilevante diffusione di questo inquinante intorno alle aree minerarie.

Le informazioni sopra riportate sono state estratte da articoli scientifici ai quali si rimanda per ogni eventuale informazione di dettaglio, pubblicati da un gruppo ricerca del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

Occorre segnalare che il mercurio ha anche altre fonti di emissione attive nel territorio amiatino, connesse agli usi geotermici delle acque sotterranee, e che, per la sua volatilità, esistono fenomeni di ampia diffusione a livello globale, tanto che nel 2013 è stata firmata la Convenzione internazionale di Minamata sul Mercurio, per contenere l'emissione di questo metallo nell'ambiente, convenzione non ancora entrata in vigore per mancata ratifica da parte di un numero sufficiente di stati. L'Italia è tra i firmatari, ma non ha ancora ratificato l'accordo.

### ***3. Individuazione delle sorgenti primarie e sintesi dello stato amministrativo delle bonifiche delle aree minerarie***

Nella fase preliminare dell'indagine sull'apporto di mercurio dalle aree minerarie al Paglia, verrà effettuato un censimento delle miniere con presenza di cinabro (anche se l'attività estrattiva principale estrattiva non riguardava la produzione di mercurio) presenti nel Monte Amiata. Tra queste verranno selezionate le attività minerarie che includevano la presenza di forni di arrostitimento del minerale e delle calcine (che possono rendere mobile il mercurio), e che sono interessate da un reticolo idrico minore che ha come confluenza finale il fiume Paglia. Verranno incluse in questo censimento anche le gallerie minerarie di drenaggio delle acque che interessano il fiume

Di queste miniere e gallerie, sorgenti primarie di mercurio e comprendendo anche ulteriori possibili sorgenti attive quali i laghetti di decantazione, verrà verificato lo stato amministrativo delle bonifiche.

Verrà comunque valutata, su tutto il bacino, la presenza di fonti potenziali di origine antropica di mercurio, diverse dalle miniere, con una loro eventuale caratterizzazione anche di massima. Valutazioni e indagini riguarderanno anche la verifica dell'esistenza di fonti naturali di mercurio e dei livelli dei valori di fondo naturali.

### ***4. Programma condiviso di approfondimento - finalità ai sensi art.11 della WFD, delle bonifiche e sostanze prioritarie ai sensi del Dlgs 152/06 e sul biota ai sensi del Dlgs 172/2015***

La presenza di mercurio nel sistema idrografico Paglia-Tevere rientra in differenti contesti tecnico-normativi che vanno dalla Direttiva Quadro Acque, e relative norme attuative nazionali, applicabile alle acque superficiali e sotterranee, alla normativa sui siti contaminati e le bonifiche per i suoli delle pianure alluvionali al di fuori dell'alveo fluviale attivo.

Restano nel "limbo" i sedimenti fluviali in alveo, per i quali diversamente da quelli marini, non esistono specifiche normative sullo stato qualitativo. La prassi li porta, nei diversi casi ed in funzione delle destinazioni e usi, ad assimilarli, propriamente o meno, ai suoli, alle terre e rocce di scavo, ai rifiuti. Normalmente essi possono essere movimentati all'interno del "fiume" per risistemazione spondale.

Il monitoraggio delle acque fluviali, svolto dalle tre ARPA sui corpi idrici dei sottobacini Paglia e Medio Tevere, all'interno di un programma di rete armonizzato dal Piano di Gestione del Distretto idrografico, ha prodotto risultati diversi negli anni del primo ciclo di attuazione della WFD, a causa di

approcci regionali non sempre omogenei anche per scelte analitiche diverse e non applicazione della stessa tipologia di monitoraggio.

Il fatto che l'Umbria classifichi il corpo idrico come non buono per il mercurio, e le altre regioni diano giudizi diversi sugli altri corpi idrici presenti suggerisce che sia opportuno attivare un monitoraggio di indagine organico e condiviso su tutti i corpi idrici, come indicato dalla WFD e dal DM 260/2010, andando ad approfondire il contesto in cui le fonti di mercurio, soprattutto secondarie, legate alla movimentazione dei sedimenti in alveo, entrano in gioco.

Questo approfondimento si può eseguire a partire dalle stazioni delle reti di monitoraggio esistenti sul bacino del Paglia e sul Tevere:

1. F. Paglia Centeno (Toscana);
2. F. Paglia Casa del Corto (Toscana);
3. T. Siele (Toscana)
4. T. Stridolone (Lazio)
5. F. Paglia a Proceno (Lazio);
6. F. Paglia a Acquapendente (Lazio);
7. T. Chiani a Morrano (Umbria)
8. F. Paglia a Orvieto scalo (Umbria);
9. F. Tevere a Montemolino Corbara (Umbria)
10. F. Tevere a monte Alviano (Umbria)
11. F. Tevere a valle Alviano (Lazio)
12. F. Nera a S.Liberato (Umbria)
13. F. Tevere a Civita Castellana (Lazio);
14. F. Tevere a Torrita Tiberina (Lazio).

Inoltre, per le acque, con l'emanazione del DLgs. 172/2015, è diventata obbligatoria la determinazione dello stato chimico attraverso l'uso di analisi sul biota, in generale pesci, per un totale di 11 sostanze tra cui il mercurio.

Il limite per il buono stato di qualità chimica per il mercurio sul biota è 20 µg/kg di peso umido.

Diviene fondamentale, in questa fase di definizione della problematica ambientale generale, focalizzare l'attività sulla determinazione del mercurio nel biota, sia come supporto alla valutazione dello stato delle acque sia in relazione anche ad eventuali impatti sanitari, in quanto il campionamento e l'analisi standardizzati secondo le Linee guida nazionali consentiranno una prima valutazione oggettiva del fenomeno. Stazioni e prelievo, con cadenza annuale, possono essere definite in funzione dei tratti individuati nei siti di monitoraggio ufficiale 152/06 e dei rilievi di fauna ittica eseguiti negli anni recenti a livello regionale sui tratti in oggetto di Paglia e Tevere

Le indagini sui sedimenti fluviali dovranno tener conto della distribuzione granulometrica degli stessi e delle tipologie di corpi sedimentari e loro mobilità all'interno dell'alveo attivo.

Nel tratto iniziale 1 è presente sedimento essenzialmente in alveo, e pertanto la stima delle concentrazioni sul fino (definita la metodologia di campionamento), la struttura granulometrica e la sua proporzione con l'intero volume sedimentario, unitamente alle relazioni con il deflusso presente nelle diverse condizioni, consentirà di valutare quanto mercurio e metil mercurio può essere rimobilizzato a valle. Questo consentirà inoltre di valutare lo stato del sedimento in alveo con altri criteri di valutazione della qualità (suoli/bonifiche, soglie di natura bio-ecotossicologica).

Le indagini sui suoli alluvionali oggetto di accumulo di sedimenti per esondazione, andrà sviluppata tenendo conto dell'uso degli stessi, coltivati/arati o meno, della possibilità di individuare gli orizzonti sedimentari recenti e/o il contributo dell'ultimo secolo al processo sedimentario.

Per tale lavoro è necessario associare informazioni cartografiche sull'uso del suolo quali desumibili dal CORINE Land cover (su GEOserver ISPRA), dati pedologici e mappature pedogenetiche ove esistenti, dati di rilievo geomorfologico esistenti (con mappatura dei corpi sedimentari e dati di spessore).

Il tutto dovrà integrarsi con un'indagine di dettaglio da eseguire su transetti significativi dei diversi tratti fluviali (con criteri idromorfologici dell'Indice IQM ufficiale), indicativamente localizzati ogni 2 chilometri ed estesi trasversalmente a tutto il deposito alluvionale.

## **5. Modalità di implementazione delle attività analitiche per la definizione dei bianchi, per la stima dei valori di fondo e dei contributi esterni nei sedimenti e sulle acque del reticolo idrografico**

La volatilità del mercurio e le diverse condizioni di campionamento, il rischio contaminazione/alterazione dei campioni, comporta la necessità di adottare una strategia solida di controllo sul dato.

Essa, a livello analitico, si articola con le seguenti azioni:

1. esecuzione di bianchi su un numero rappresentativo di siti/stazioni di campionamenti delle acque, degli alimenti e delle emissioni,
2. esecuzione di ulteriori bianchi in fase operativa di laboratorio;
3. articolazione del numero dei campioni, con ripetizioni degli stessi ove significativo e possibile nei siti di campionamento dei suoli, con tecniche di campionamento aggregato e quartatura, campione in doppio, campione di riserva;

Sul territorio l'indagine integrerà punti di controllo in aree e corpi idrici esterni a quelli d'indagine, così come per la definizione del fondo naturale/antropico in diversi contesti, si procederà all'esecuzione di campionamenti sui bacini connessi al sistema Paglia-Tevere (T. Chiani, F. Nera, affluenti del Tevere provenienti dalle zone vulcaniche e terrigene laziali).

Per lo studio del flusso di mercurio lungo il reticolo idrografico, in relazione con i dati dei sedimenti (invasi e sezioni di transito) e del particolato campionato, si procederà all'esecuzione di apposite analisi composizionali complete, che consentano di distinguere le differenti componenti sedimentologiche presenti e relazionare i rapporti di massa con i fenomeni di diluizione/dispersione del mercurio.

## **6. Suddivisione in unità di indagine**

Per l'attuazione del presente piano di indagine finalizzato ad approfondire la presenza del mercurio lungo i corsi d'acqua e proveniente dalle ex miniere del Monte Amiata, l'area di indagine viene suddivisa in 5 unità, ritenute significativamente omogenee al loro interno. Le stesse riguardano sia il fiume Paglia e sia il fiume Tevere, a partire dalla parte a valle della confluenza con il Paglia stesso, al fine di valutare nelle varie matrici la presenza del mercurio, la sua eventuale diluizione in considerazione delle portate presenti.

1. Il primo tratto è quello dalle origini sino allo sbocco nella pianura alluvionale di Monterubiaglio Allerona; l'unità in oggetto, ubicata in territorio toscano e laziale per una lunghezza di circa 35 Km, è caratterizzata da un regime fluviale di carattere tipicamente torrentizio dove l'alveo scorre tra versanti morfologicamente acclivi e quindi con poco materiale sedimentato. In questa prima unità sarà anche posta attenzione agli apporti degli affluenti laterali del Paglia, in quanto possibili veicolatori del mercurio dalle sorgenti primarie di contaminazione ubicate intorno al Monte Amiata.
2. Il secondo tratto omogeneo individuato è quello che da Monterubiaglio - Allerona arriva sino ad Alviano, dopo la confluenza del Paglia con il Fiume Tevere per una lunghezza complessiva di circa 35 Km, caratterizzato da depositi e terrazzamenti alluvionali con un'estensione longitudinale al Paglia fino ad un paio di chilometri.
3. Ingresso alla zona umida di Alviano ed uscita Alviano è il terzo tratto da approfondire per verificare la presenza del mercurio nei sedimenti e eventuali dinamiche di accumulo.
4. Tratto dal Tevere dopo Alviano sino alla confluenza con il Fiume Nera ad Orte, per una lunghezza di circa 25 Km, caratterizzato da uno scorrimento del fiume a tratti meandriforme in depositi alluvionali consistenti e di buona larghezza.
5. Tratto finale oggetto dello studio da Orte, confluenza del F. Nera sino all'invaso di Nazzano.

All'interno di ciascuna delle unità individuate si definiranno dei profili geomorfologici, trasversali al tratto fluviale, con la ricostruzione dei terrazzi e delle aree interessate da alluvioni recenti; su alcuni di tali profili, quelli più significativi, saranno definiti dei transetti dove eseguire campionamenti nelle varie unità geomorfologiche delle varie matrici ambientali e alimentari come di seguito riportato. I transetti potranno essere eseguiti in corrispondenza di aree che possono avere un particolare interesse, (p.es., colture, presenza di pozzi, abitazioni) ed il più possibile raggiungibili con i mezzi di trasporto per facilitare le attività di campionamento.

*Analisi di sedimenti fluviali e di terrazzo.* Per ciascun transetto e ciascuna sponda del Paglia e del Tevere, campioni di sedimenti fluviali, piana inondabile e terrazzo (quelli di ordine inferiore). Quindi, supponendo che la distribuzione della piana e dei terrazzi sia simmetrica rispetto al Paglia Tevere, significa prendere almeno 5 campioni.

*Analisi di acque di pozzo e di fiume.* Lungo il tratto indagato è necessario mappare i pozzi presenti, scegliere quelli più vicini all'asta fluviale e campionarli. Difficile stabilire il numero dei campioni senza avere una mappa dei pozzi, ma almeno un paio di pozzi per ciascuna sponda e terrazzo se presenti. Per le acque di fiume: in corrispondenza di ogni transetto vale la pena prendere dei campioni di acqua, almeno un filtrato e non filtrato con relativi duplicati, bianchi di controllo (almeno uno ogni 2-3 punti di prelievo).

*Analisi di ortaggi, frutta ..* In base ai risultati precedenti si possono individuare colture a rischio se collocate su terreni anomali o irrigate da acque anomale (di pozzo, di fiume). Per ora vale la pena verificare solo ortaggi e frutta per valutare il primo ingresso nella catena alimentare, ma ciò non esclude che in zone opportune si possano analizzare matrici diverse (latte, formaggi etc.). anche in questo caso si camperanno le colture presenti nei vari terrazzi e in entrambe le sponde.

*Analisi di Hg in aria e flussi dal suolo.* Nei transetti collocati in aree più densamente abitate o con colture che richiedano frequente presenza umana (es. ortaggi) e con presenza di mercurio nei sedimenti, eseguire analisi sul campo in aria e i flussi dal suolo.

*Analisi di flusso.* Nei transetti più significativi saranno eseguite misure e analisi di flusso di Hg (misura della massa di Hg che passa da una determinata sezione del fiume nell'unità di tempo) Per ogni misura, oltre alla portata, è necessario prelevare almeno tre campioni di acqua, sul tal quale e sul filtrato (6 campioni in tutto oltre ad un bianco).

*Analisi nei pesci.* Occorrerà preferenzialmente eseguire la cattura dei pesci predatori che sono in alto nella piramide alimentare e quindi contengono più mercurio, ai fini della valutazione sanitaria, secondo programma definito con ASL e Istituto Zooprofilattico. Al paragrafo 9 si specificano le indagini da eseguire.

*Attività di phytoscreening:* Sono mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione nell'invaso artificiale dell'Oasi di Alviano.

In prima analisi nelle unità individuate saranno eseguiti:

- Tre transetti nel primo tratto origini – Monterubiaglio, con attenzione anche a campionamenti dagli affluenti laterali in vicinanza delle sorgenti primarie di contaminazione (e un transetto sul fiume Siele). In questi transetti (tre in territorio toscano ed un altro in territorio laziale) saranno eseguiti campionamenti per verificare la presenza di mercurio su acque superficiali, sedimenti e acque sotterranee, se presenti, e pesci. Nei corsi d'acqua del reticolo minore che confluiscono nel Paglia, si prevedono campionamenti di acque superficiali e sedimenti in una decina di affluenti in condizioni di magra e di morbida, si in prossimità delle sorgenti primarie che in prossimità della loro immissione nel Fiume Paglia.
- Cinque transetti nel secondo tratto, Monterubiaglio – Alviano, scelti tra quelli più significativi di profili geomorfologici definiti con una frequenza di uno ogni due-tre km circa. Per ciascun transetto individuato saranno eseguiti campionamenti su acque superficiali, sedimenti, acque

sotterranee, pesci, alimenti edibili e, in quelli con particolare presenza abitativa, anche su aria e flussi dal suolo.

- Due transetti, uno all'ingresso e l'altro all'uscita della zona umida di Alviano, dove saranno ripetute le misure eseguite nel tratto precedente e dove saranno anche eseguiti campionamenti specifici su acque e sedimenti all'interno della stessa Oasi (i sedimenti depositatisi nell'invaso saranno oggetti di un campionamento specifico) e attività di phytoscreening mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione ..
- Due transetti nel tratto del Tevere da Alviano sino alla confluenza del Nera, dove verranno eseguiti campionamenti ed analisi su acque superficiali, sedimenti, acque sotterranee, pesci.
- Due transetti nel tratto a valle della confluenza del Tevere con il Fiume Nera sino all'invaso di Nazzano, dove verranno eseguiti campionamenti ed analisi su acque superficiali, sedimenti, acque sotterranee.

Da un punto di vista analitico oltre il mercurio saranno anche ricercati alcuni parametri che nelle aree in questione hanno una certa correlazione con il mercurio stesso ovvero l'antimonio e l'arsenico.

Le analisi invece che riguardano il metil mercurio, trattandosi di metodiche complesse, saranno limitate e svolte come approfondimento nelle aree e nelle matrici che presenteranno maggiore presenza di mercurio.

### **7. Definizione di procedure per il campionamento e attività formativa**

Il campionamento delle matrici in questione ed in particolar modo quella dei sedimenti è un'attività critica che può presentare difficoltà di confronto tra i dati e scarsa riproducibilità se non effettuata da personale formato e condividendo le stesse metodiche in campo. Per questo è necessario che preliminarmente all'esecuzione delle attività venga definito con precisione il protocollo di campionamento, acquisite le stesse attrezzature, e formato, anche in campo, il personale. Le Agenzie definiranno, anche con il supporto di soggetti esterni, le azioni necessarie per definire il protocollo, prevedendo anche un'attività di interconfronto sul campo.

Poiché in molte situazioni i livelli attesi degli inquinanti sono molto bassi, sarà necessario prevedere l'esecuzione di "bianchi di campo", sia per i campioni solidi che liquidi, per verificare che non siano presenti risultati non attendibili per contaminazione della catena di prelievo.

In questo processo di determinazione delle procedure verrà coinvolta anche l'Arpa FVG per la sua esperienza che deriva dagli impatti delle miniere di mercurio della Slovenia.

### **8. Distribuzione delle competenze analitiche e controllo qualità interlaboratorio.**

I parametri che verranno ricercati nei campioni solidi e nelle acque saranno Mercurio, Antimonio e Arsenico (come tracciante), con la possibilità di estendere il set analitico a tutti gli altri metalli comunemente analizzati. Nei soli sedimenti verrà cercato in una certa quota di campioni, anche il Metil-Mercurio.

Su un certo numero di campioni di sedimento distribuiti lungo il reticolo idrografico verranno eseguite analisi complete al fine di valutare con un'analisi geochimica l'origine e le miscele avvenute tra le diverse fonti di alimentazione principale (Amiata, sedimenti terrigeni, vulcanici laziali, ecc..)

Questi parametri verranno determinati dai laboratori delle Agenzie di Lazio, Toscana e Umbria, con una suddivisione tra i laboratori per parametro-matrice, prevedendo comunque attività di verifica della confrontabilità dei dati se questo non fosse pienamente possibile.

### **9. Piano di indagini sulla fauna ittica ai fini sanitari**

Dato che i pesci presenti nel Paglia sono principalmente ciprinidi, onnivori e bentofagi, la specie non è da considerare rilevante. Nel Tevere sono altresì presenti specie carnivore al top della catena alimentare. La suddivisione dei campioni nel tempo è importante, la proposta è di prelevare i campioni ogni 3 mesi (per coprire le quattro stagioni).

Per le stazioni di prelievo, si suggerisce di individuarne 3 lungo il corso d'acqua nell'area di competenza territoriale nel fiume Paglia e due nel tratto del Tevere fino ad Orte.

La numerosità campionaria è stata desunta da pubblicazioni scientifiche: Per un livello di confidenza del 95% e una prevalenza ipotizzata del 95% (in termini di campioni non conformi per tenore di Mercurio totale) con errore standard del 5%, occorre prelevare un totale di almeno 80 campioni.

Quindi 20 campioni per stagione, da suddividere sui 5 punti di campionamento (per cui 5 campioni per ciascuna stazione, per un totale di 100 campioni annui).

Sul 30% dei campioni sarà determinato anche Metil-Mercurio.

### **10. Piano di indagini sulla fauna ittica per determinazione stato chimico biota**

A seguito del DLgs. 172/15, ISPRA ha avviato la predisposizione delle Linee guida "Criteri per il monitoraggio delle sostanze prioritarie nel biota", di cui una bozza messa in circolazione a luglio 2016, che a breve dovranno essere pubblicate.

Parte del contenuto delle Linee guida verte sulla tipologia di specie da utilizzare per il monitoraggio, sulle specie prioritarie o sulle altre specie sostitutive, sulle dimensioni, sul tipo di tessuti/massa intera da utilizzare per le analisi, il metodo di analisi scelto per la matrice o per il taxon del biota (deve soddisfare i criteri minimi di efficienza specificati all'articolo 78-sexies del 152), ecc.

Avviare l'indagine sul biota nel sistema Paglia Tevere consentirà di integrare l'approccio interregionale nelle metodiche operative, produrre dati coerenti anche con gli obblighi della direttiva acque, utilizzare metodi e modalità condivise, gestire i dati ed i risultati per le attività future. Tutte le indicazioni prodotte potranno altresì essere rilette in chiave sanitaria, rispetto al consumo umano o meno di specie ittiche.

Il lavoro si potrà sviluppare a partire dai dati pregressi disponibili a scala regionale dalle indagini per le Carte Ittiche, per studi connessi alla Direttiva Habitat, ed eventualmente dai dati delle indagini sulla fauna ittica come bioindicatore per la Direttiva Acque ove realizzati.

Il vantaggio di queste indagini pregresse consiste nell'abbondanza di stazioni disponibili e di dati di struttura delle popolazioni rilevate. Questo favorisce nella scelta della/e specie da campionare per la determinazione del mercurio.

La numerosità dei punti di osservazione potrà essere meglio definita entrando nel merito di tutti i dati disponibili, che, seppur non sempre recentissimi, consentono di avere il polso della situazione sulle variabili più significative, quali la mobilità delle specie nei tratti (connessa anche alle opere in alveo, ai ricoveri disponibili in caso di piena).

Sarà comunque necessario, come aggiornamento, realizzare almeno un'indagine ittica per tratto di studio sulla base delle quale procedere contestualmente al prelievo della/e specie meglio distribuite su tutto l'areale.

Questo lavoro potrà essere svolto ove possibile di concerto con le programmazioni regionali connesse all'applicazione delle altre normative, come indicano le Linee Guida, oppure avviato specificamente di concerto tra le ARPA e le strutture tecniche regionali operanti nel settore.

### **11. Piano di indagini sul trasporto di mercurio lungo il reticolo idrografico ( in fase acquosa, sul particolato sospeso e sul sedimento mobile – prima valutazione di bilancio di massa annuo)**

La problematica del mercurio necessita di una valutazione della sua diffusione lungo il reticolo idrografico, definendo le modalità ed entità di tale trasporto, nelle diverse forme disciolte, sospese, metilate e non, fino anche a valutare il potenziale arrivo al M. Tirreno, come contributo alla strategia di contenimento delle emissioni da mercurio della Convenzione di Minamata (firmata nel 2013 dall'Italia, ma non ancora ratificata), che prevede controlli e riduzioni su tutta una gamma di prodotti, processi e industrie in cui viene utilizzato, rilasciato o emesso mercurio. Per la convenzione l'Italia ha istituito il Centro nazionale di riferimento sul mercurio (Cnrm) grazie ad un accordo firmato tra il Cnr e il MATTM.

In via preliminare è presumibile organizzare delle sezioni di controllo/misura per ciascuno dei tratti di studio, utilizzando:

- le stazioni idrometriche regionali attive per i dati di portata (istantanea, media e totale annua);
- idonei punti di campionamento di acque, particolato sospeso e sedimento da trasporto di fondo (rappresentativi delle diverse condizioni di deflusso e di piena);
- tecnologie di campionamento integrato, es. passive samplers (per mercurio labile in acqua e sedimento) e trappole per sedimento, che possano integrare la criticità del campionamento istantaneo e la difficoltà di seguire per intero eventi di piena, indagando con attenzione gli *eventi a rischio (scarichi di miniera, forti afflussi meteorici/temporali in particolari condizioni stagionali)* ;
- dati e studi pregressi sul trasporto solido, per dimensionare il fenomeno ed i meccanismi di accumulo parziale o temporaneo (es. invasi artificiali in asta di Alviano, Ponte Felice, Nazzano e Castel Giubileo). A tal fine si utilizzeranno i risultati degli studi finanziati dalle Regione/Aut. Bacino/MATTM sul sistema Corbara/Alviano;

Le attività di campionamento potranno essere programmate per un anno idrologico su base stagionale, integrarsi con le normali attività di monitoraggio dei corpi idrici istituzionale (aggiungendo il campionamento periodico di particolato sospeso e di sedimento da trasporto di fondo con opportune trappole, l'utilizzo di passive samplers per le acque posizionabili per un certo numero di giorni)

Le stazioni idrometriche presenti e con dati disponibili, su cui lavorare (selettivamente) e da utilizzare per il bilancio di massa sono, da monte a valle:

1. F. Paglia a Proceno (Acquapendente, Lazio); dati di livello, necessitano misure idrometriche\*;
2. F. Paglia a Allerona (TR, CF Umbria);
3. F. Paglia a Orvieto Scalo (TR, CF Umbria) e T.Chiani a Morrano (affluente importante);
4. F. Tevere a Castiglione in Teverina (Lazio), dati di livello, necessitano misure idrometriche\*
5. F. Tevere a Orte scalo (VT, CF Lazio) dati di livello, necessitano misure idrometriche\*, e F. Nera a S. Liberato (Umbria)
6. F. Tevere a Ponte Felice ( Civita Castellana, Lazio)\*;

7. F. Tevere a Stimigliano (RI, Lazio)\*;
8. F. Tevere a Ripetta (RM, Lazio)

La tecnologie per campionare con passive samplers (Diffusive Gradients in Thin-films -DGT) sono disponibili sul mercato, e testate in vari contesti, basate su studi di varie Università, principalmente inglesi. In Italia un'applicazione è stata realizzata da IRSA-CNR sul F. Toce nell'ambito della bonifica del SIN di Pieve Vergonte.

Uno studio sulle applicazioni per composti inorganici è stato realizzato da Knutsson (2013) Chalmers University of Technology di Gothenburg, Svezia.

Per il particolato si possono utilizzare tecniche analoghe a quelle usate per il DMOS eseguito per il controllo radioattività.

### **12. Piano di indagini sui sedimenti accumulati negli invasi in asta**

Valutazione complessive sul sedimento trasportato potranno essere effettuate a partire dall'attività di indagine specifica su Alviano (già descritta a parte), ripetendo i campionamenti sulla colonna di sedimento molle presente negli invasi a valle, e valutando spessori e concentrazioni dei vari orizzonti. Per completare la valutazione è opportuno acquisire informazioni sulle attività di dragaggio e di svasso di ciascun vaso, eventuali batimetrie realizzate nel tempo, per localizzare opportunamente i carotaggi e indicativamente datare il sedimento prelevato.

In considerazione della morfologia dell'invaso di Alviano, in cui è presente la zona colma dell'alveo di piena del Tevere, più profonda e allungata, e la zona di palude, piatta e connessa alla precedente, sarà necessario individuare almeno 5 siti di carotaggio, 3 lungo l'alveo Tevere e due in laguna.

Negli invasi di Ponte Felice, Nazzano e Castel Giubileo (traverse Enel) sarà sufficiente un solo carotaggio.

Il numero di campioni sulla colonna di sedimento sarà indicativamente di 3, tenendo conto che gli invasi sono attivi dagli anni 50-60 e che con un campionatore a gravità si recuperano in genere dal 50 agli 80-90 cm di sedimento.

Per il "Lago di Alviano" sono disponibili studi pregressi sul trasporto solido, indagini di caratterizzazione ENEL, studi ARPA e studi promossi dall'Autorità di bacino del Tevere attraverso le Regioni Umbria e Lazio.

### **13. Costi**

Per la valutazione dei costi dell'intero progetto si sono considerati:

- costi del personale per il campionamento
- costi analitici
- costi per supporti universitari nella ricostruzione dei profili geomorfologici (parte Umbra, Lazio e Toscana), nella formazione, nelle attività in campo e nella valutazione dei risultati
- costi per campionamenti fauna ittica e alimenti
- costi per analisi su fauna ittica e alimenti
- costi per analisi aria e flussi dal suolo

Nelle tabelle che seguono si riporta il quadro complessivo.

Questi costi possono essere in parte coperti dalle Agenzie Ambientali con il proprio personale e per le attività di monitoraggio già ricomprese nei programmi del secondo ciclo della WFD (attività di routine), previa condivisione da Parte delle rispettive Regioni.

Arpa Lazio, in considerazione della carenza di personale presente in pianta organica e delle procedure operative interne, è tenuta alla copertura finanziaria di tutte le attività operative non di routine.

Parte dei costi aggiuntivi (97.000 €) potranno essere sostenuti dalle rispettive Regioni, limitatamente ad attività in capo alle rispettive Agenzie.

Costi interregionali ed esterni alle Agenzie dovranno essere coperti da altri finanziamenti da parte delle Istituzioni competenti

Nell'ottica unitaria di progetto, a risorse interregionali disponibili, sulla base delle proprie capacità operative le tre ARPA potranno operare su taluni temi dividendosi i compiti:

- Arpa Toscana può farsi carico delle attività analitiche sul metilmercurio per le 3 agenzie;
- Arpa Umbria può incaricarsi di coordinare e realizzare il rilievo idromorfologico sui transetti ;
- Arpa Lazio può occuparsi di coordinare e realizzare le attività di campionamento ed analisi sul trasporto solido in alveo.

Le restanti attività restano distribuite per regione.

Tabella 1 - Generale di Progetto

n°	Attività	Esecutore attività	n° Punti	Ciclicità	campioni ambientali	campioni bianco	campioni totali	costo unitario campione	costo Totale campioni	Giornate in campo/attività	Costo totale personale Agenzia (500€/giorno)	Costo attività di supporto esterno	Costo totale attività
1	Attività di gestione del progetto e di supporto tecnico scientifico	UNIFI + Agenzie		annuale						28	14000	40000	54000
2	Campionamento sedimento sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	ARPAT	20	annuale	20	2	22	150	3300	10	5000		8300
3	Esecuzione rilievo morfologico e transetti	supporto esterno		una tantum						4	2000	20000	22000
4	Campionamenti terreni e sedimenti su n. 15 transetti individuati nei 5 settori	Agenzie	15	annuale	150	15	165	150	24750	15	7500		32250
5	Campionamento mediante 8 carotaggi nei 4 invasi in asta	Arpa Lazio e Umbria + Supporto esterno	4	annuale	24	3	27	150	4050	5	2500	5000	11550
6	Attività di phytoscreening oasi di Alviano, mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione	supporto esterno										12000	12000
7	Campionamento acque sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	ARPAT	20	semestrale	40	4	44	100	4400	5	2500		6900
8	Campionamenti acque superficiali sui n. 15 transetti individuati nei 5 settori	Agenzie	15	semestrale	60	6	66	100	6600	8	4000		10600
9	Campionamenti acque pozzi sui n. 12 transetti	Arpa Lazio e Umbria	48	annuale	48	5	53	100	5300	6	3000		8300
10	Campionamento pesci come alimenti	Arpa Lazio e Umbria + Supporto esterno per analisi e campionamento	5	trimestrale	100	10	110			8	4000	7600	11600
11	Analisi pesci come Alimenti											1500	1500
12	Campionamento 172/15 Biota in corrispondenza di 5 punti MAS	Agenzie + Supporto esterno per campionamento	5	annuale	20	2	22			5	2500	2500	5000
13	Analisi Biota											2500	2500
14	Campionamento alimenti colture vegetali e irrigue su n. 5 transetti	Arpa Umbria e ASL	5	trimestrale	40	4	44			5	2500		2500
15	Analisi alimenti colture vegetali e irrigue												0
16	Misure idrometriche su n.4 stazioni non dotate di scale di deflusso	supporto esterno	4	trimestrale		-				4	2000	10000	12000
17	Acquisto materiali e campionamento in alveo mediante campionatori passivi su n. 5 stazioni corrispondenti alla rete MAS (compreso particolato DMOS e sedimento di fondo)	Agenzie	5	trimestrale	100	24	124	150	18600	12	6000	20000	44600
18	Campionamento emissioni in aria e flusso dal suolo in zone potenzialmente critiche e popolate	Arpa Umbria	5	annuale	5	1	6	100	500	5	2500		3000
19	Approfondimento della presenza di metilmercurio in sedimenti e terreni	ARPAT		annuale			50	100	5000				5000
		<b>Totali</b>			607	78	733		72500	160	60000	121100	253600

**Tabella 2 - Attività delle Agenzie**

			Arpa Lazio			Arpa Umbria			ARPAT		
Somme		151	41	190	38	61	352	50	49	141	33
n°	Attività	n° Punti	n° punti	n° campioni	n° giorni	n° punti	n° campioni	n° giorni	n° punti	n° campioni	n° giorni
1	Attività di gestione del progetto e di supporto tecnico scientifico				7			14			7
2	Campionamento sedimento sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	20							20	22	10
3	Esecuzione rilievo morfologico e transetti										
4	Campionamenti terreni e sedimenti su n. 15 transetti individuati nei 5 settori	15	5	55	5	7	77	7	3	33	3
5	Campionamento mediante 8 carotaggi nei 4 invasi in asta	4	3	10	3	1	17	2			
6	Attività di phytoscreening oasi di AMano, mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione										
7	Campionamento acque sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	20							20	44	5
8	Campionamenti acque superficiali sui n. 15 transetti individuati nei 5 settori	15	5	22	3	7	30	3	3	14	2
9	Campionamenti acque pozzi sui n. 12 transetti	48	20	22	3	28	31	3			
10	Campionamento pesci come alimenti	5	1	22	4	4	88	4			
11	Analisi pesci come Alimenti										
12	Campionamento 172/15 Biota in corrispondenza di 5 punti MAS	5	2	9	2	2	9	2	1	4	1
13	Analisi Biota										
14	Campionamento alimenti colture vegetali e irrigue su n. 5 transetti	5				5	44	10			
15	Analisi alimenti colture vegetali e irrigue										
16	Misure idrometriche su n.4 stazioni non dotate di scale di deflusso	4	3		3				1		1
17	Acquisto materiali e campionamento in alveo mediante campionatori passivi su n. 5 stazioni corrispondenti alla rete MAS (compreso particolato DMOS e sedimento di fondo)	5	2	50	8	2	50	0	1	24	4
18	Campionamento emissioni in aria e flusso dal suolo in zone potenzialmente critiche e popolate	5				5	6	5			
19	Approfondimento della presenza di metilmercurio in sedimenti e terreni										

**Tabella 3 - Costi Attività delle Agenzie**

n°	Attività	Arpa Lazio			Arpa Umbria			ARPAT		
		Costi personale	Costi analitici	Totale Costi	Costi personale	Costi analitici	Totale Costi	Costi personale	Costi analitici	Totale Costi
		18500	21650	40150	25000	28200	53200	16500	22650	39150
1	Attività di gestione del progetto e di supporto tecnico scientifico	3500		3500	7000		7000	3500		3500
2	Campionamento sedimento sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia			0			0	5000	3300	8300
3	Esecuzione rilievo morfologico e transetti			0			0			0
4	Campionamenti terreni e sedimenti su n. 15 transetti individuati nei 5 settori	2500	8250	10750	3500	11550	15050	1500	4950	6450
5	Campionamento mediante 8 carotaggi nei 4 invasi in asta	1500	1500	3000	1000	2550	3550			0
6	Attività di phytoscreening oasi di Amiano, mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione			0			0			0
7	Campionamento acque sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia			0			0	2500	4400	6900
8	Campionamenti acque superficiali sui n. 15 transetti individuati nei 5 settori	1500	2200	3700	1500	3000	4500	1000	1400	2400
9	Campionamenti acque pozzi sui n. 12 transetti	1500	2200	3700	1500	3100	4600			0
10	Campionamento pesci come alimenti	2000		2000	2000		2000			0
11	Analisi pesci come Alimenti			0			0			0
12	Campionamento 172/15 Biota in corrispondenza di 5 punti MAS	1000		1000	1000		1000	500		500
13	Analisi Biota			0			0			0
14	Campionamento alimenti colture vegetali e irrigue su n. 5 transetti			0	5000		5000			0
15	Analisi alimenti colture vegetali e irrigue			0			0			0
16	Misure idrometriche su n.4 stazioni non dotate di scale di deflusso	1000		1000			0	500		500
17	Acquisto materiali e campionamento in alveo mediante campionatori passivi su n. 5 stazioni corrispondenti alla rete MAS (compreso particolato DMOS e sedimento di fondo)	4000	7500	11500		7500	7500	2000	3600	5600
18	Campionamento emissioni in aria e flusso dal suolo in zone potenzialmente critiche e popolate			0	2500	500	3000			0
19	Approfondimento della presenza di metylmercurio in sedimenti e terreni			0			0		5000	5000

**Tabella 4 – Costi Attività soggetti esterni**

n°	Attività	Costo attività di supporto esterno	Note	Suddivisione costi Esterni		
				Lazio	Umbria	Toscana
		121100		41300	59300	20500
1	Attività di gestione del progetto e di supporto tecnico scientifico	40000	Suddivisione costi esterni in base al n° transetti	13300	18700	8000
3	Esecuzione rilievo morfologico e transetti	20000	Suddivisione costi esterni in base al n° transetti da rilevare	5000	10000	5000
5	Campionamento mediante 8 carotaggi nei 4 invasi in asta	5000	Suddivisione costi esterni in base al n° carotaggi	2500	2500	
6	Attività di phytoscreening oasi di Alviano, mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione	12000	Attività solo in Umbria		12000	
10	Campionamento pesci come alimenti	7600	Suddivisione costi esterni in base al n° punti	1500	6100	
11	Analisi pesci come Alimenti	1500	Suddivisione costi esterni in base al n° punti	1500		
12	Campionamento 172/15 Biota in corrispondenza di 5 punti MAS	2500	Suddivisione costi esterni in base al n° punti	1000	1000	500
13	Analisi Biota	2500	Suddivisione costi esterni in base al n° punti	1000	1000	500
16	Misure idrometriche su n.4 stazioni non dotate di scale di deflusso	10000	Suddivisione costi esterni in base alle stazioni	7500		2500
17	Acquisto materiali e campionamento in alveo mediante campionatori passivi su n. 5 stazioni corrispondenti alla rete MAS (compreso particolato DMOS e sedimento di fondo)	20000	Suddivisione costi esterni in base alle stazioni	8000	8000	4000

#### **14. Interpretazione dei dati**

L'obiettivo dell'indagine è quello di tracciare un quadro preliminare ufficiale della situazione ambientale nei bacini di Paglia e Tevere connessi alla problematica del mercurio.

I dati ottenuti dalle attività programmate, per finalità e dimensione dell'impegno, non avranno sempre una numerosità tale da consentire una validazione statistica e scientifica degli stessi in tutti i contesti, ma dovranno essere sufficienti a rispondere alle domande generali per ciascuno dei comparti indagati, ed assunti come dati iniziali finalizzati ad ottenere le seguenti informazioni:

- Quadro preliminare della distribuzione del mercurio nell'ambiente indagato, valutazione dei valori di fondo nelle diverse situazioni e matrici, coerenza o meno con i dati derivanti dai precedenti studi accademici e con il modello concettuale preliminare già ipotizzato;
- prime indicazioni sulla distribuzione del Mercurio, nelle sue diverse forme, nei differenti terreni alluvionali ed agricoli prospicienti il F. Paglia ed il primo tratto del Tevere a valle della confluenza, e rilevanza dello stesso in funzione degli apporti sedimentari dal fiume, degli obiettivi di tutela ambientale e sanitaria, ed individuazione delle sezioni a maggior criticità;
- indicazioni sull'impatto del mercurio nelle acque e nel biota del F. Paglia e del Tevere, sullo stato chimico dei corpi idrici, e condizioni di concentrazione e trasporto dello stesso nei sedimenti, nel particolato sospeso e nelle acque in diverse condizioni idrologiche, ed individuazione delle situazioni a maggior criticità per accumulo in invasi e trasporto fino al mare;
- prime indicazioni sulla distribuzione del Mercurio nei prodotti edibili (vegetali ed animali) al fine di prendere eventuali provvedimenti di prevenzione per la salute pubblica per specifici tratti di studio;
- prime indicazioni per ipotizzare correlazioni tra contaminazione dei prodotti edibili e contaminazione delle matrici ambientali per ogni tratto di studio;
- informazioni finalizzate alla rivisitazione delle attività di monitoraggio e sorveglianza sulle matrici di interesse e/o valutazione di eventuali attività integrative necessarie.

#### **15. Rivisitazione progettuale in relazione ai risultati**

La campagna in oggetto non prevede allo stato attuale una significativa ripetizione delle misure, ma tende a produrre il quadro minimo di riferimento per lo stato attuale dei terreni alluvionali di pianura e dei sedimenti in alveo, e definire le condizioni per le acque nel contesto di morbida-piena e di magra-deflusso di base.

Al termine del primo ciclo di campionamenti, ove prevista la ripetizione nel tempo, sarà prevista una valutazione intermedia (luglio 2017) per rendere il più possibile mirata l'esecuzione delle attività successive ed adeguare, ove necessario e fattibile, il programma di massima tracciato, rimanendo comunque nello stesso numero indicativo di indagini/campionamenti.

La valutazione intermedia sarà condivisa con tutti i partecipanti al tavolo istituzionale e fatta propria dalle Regioni per quanto di competenza.

Il documento prodotto, opportunamente integrato con i contributi di altri enti (ASL, IZS) ed istituti universitari coinvolti, porterà alla ri-pianificazione concordata della seconda fase di lavoro.

La valutazione sistematica dei dati prodotti dalla prima campagna consentirà di ottimizzare il piano di indagine della seconda creando eventuali economie o destinando i disavanzi alle eventuali altre attività di indagine che verranno ritenute necessarie.

## **ALLEGATO 1**

### ***Cronoprogramma delle attività prima fase operativa (novembre 2016 -luglio 2017)***

Sulla base del Piano di cui sopra è stato predisposto un primo crono-programma delle attività. Il crono-programma si limita a definire nello specifico la Prima fase operativa, che terminerà indicativamente a luglio 2017, e che ha tenuto conto oltre che della naturale sequenza delle attività, anche dei tempi di assegnazione ed erogazione delle risorse.

In tal senso le Agenzie, mantenendo uno stretto coordinamento su metodi, attività operative e risorse attivabili, venuta meno ogni risorsa interregionale che avrebbe facilitato la ripartizione di attività come indicato al Cap. 13 del Piano, opereranno anche in funzione di un cronoprogramma di dettaglio definito con le proprie regioni, in funzione delle risorse disponibili.

La fase 2 del crono programma, da agosto 2017, non trova attualmente possibilità di copertura economica per alcune Agenzie. La sua realizzazione nel 2017 non è quindi ad oggi programmabile e potrebbe slittare quindi al 2018, fatta salva la necessità di una revisione completa del programma in funzione dei risultati nel primo anno di attuazione.

Sarebbe comunque necessario proseguire nel tentativo da parte degli enti istituzionalmente preposti di recuperare le risorse necessarie, o parte di esse, impiegabili sin da subito per gli aspetti convenzionali con le Università per condividere le conoscenze sinora acquisite, le metodiche di campionamento, di analisi chimiche e di elaborazione dei risultati sinora utilizzate.

**Tabella: Cronoprogramma fase 1 del Programma Operativo (Novembre 2016- luglio 2017)**

n°	Attività	Esecutore attività	costo totale analisi	Costo totale personale	Costo attività di supporto esterno	Costo totale attività	Inizio	Fine	Note
1	Attività preliminare	Agenzie		7000		7000	novembre	febbraio	--
2	Campionamento sedimento sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	ARPAT	3300	5000		8300	febbraio	marzo	--
3	Esecuzione rilievo morfologico e transetti	Università		2000	20000	22000	novembre	gennaio	vincolato a risorse non ancora del tutto disponibili
4	Campionamenti terreni e sedimenti su n. 15 transetti individuati nei 5 settori	Agenzie	24750	7500		32250	febbraio	giugno	--
5	Campionamento mediante 8 carotaggi nei 4 invasi in asta	Arpa Lazio e Umbria + Supporto esterno	4050	2500	5000	11550	2 semestre		vincolato a risorse non ancora disponibili
6	Attività di phytoscreening oasi di Alviano, mirate alla ricerca della diffusione di Hg nelle diverse matrici vegetali al fine di una ricostruzione del pattern di distribuzione della contaminazione	supporto esterno			12000	12000	2 semestre		vincolato a risorse non ancora disponibili
7	Campionamento acque sui 10 affluenti di destra di monte del T. Paglia	ARPAT	4400	2500		6900	febbraio	giugno	--
8	Campionamenti acque superficiali sui n. 15 transetti individuati nei 5 settori	Agenzie	6600	4000		10600	febbraio	giugno	--
9	Campionamenti acque pozzi sui n. 12 transetti	Arpa Lazio e Umbria	5300	3000		8300	febbraio	giugno	--

10	Campionamento pesci come alimenti	Arpa Lazio e Umbria + Supporto esterno per analisi e campionamento		4000	7600	11600	febbraio	giugno	vincolato a risorse non ancora disponibili
11	Analisi pesci come Alimenti				1500	1500	febbraio	giugno	vincolato a risorse non ancora disponibili
12	Campionamento 172/15 Biota in corrispondenza di 5 punti MAS	Agenzie + Supporto esterno per campionamento		2500	2500	5000	giugno	settembre	vincolato a risorse non ancora disponibili
13	Analisi Biota				2500	2500	giugno	settembre	vincolato a risorse non ancora disponibili
14	Campionamento alimenti colture vegetali e irrigue su n. 5 transetti	Arpa Umbria e ASL		2500		2500	febbraio	dicembre	--
15	Analisi alimenti colture vegetali e irrigue					0	febbraio	dicembre	--
		<b>Totali</b>	<b>48400</b>	<b>42500</b>	<b>51100</b>	<b>142000</b>			

**Tabelle preliminare Fase 2 - Da attivarsi in funzione di ulteriore disponibilità di risorse - Possibile rinvio al 2018**

n°	Attività	Esecutore attività	costo totale analisi	Costo totale personale	Costo attività di supporto esterno	Costo totale attività	Inizio	Fine	Note
1	Attività di gestione del progetto e di supporto tecnico scientifico	UNIFI + Agenzie		7000	40000	47000			
2	Misure idrometriche su n.4 stazioni non dotate di scale di deflusso	supporto esterno		2000	10000	12000			
3	Acquisto materiali e campionamento in alveo mediante campionatori passivi su n. 5 stazioni corrispondenti alla rete MAS (compreso particolato DMOS e sedimento di fondo)	Agenzie	18600	6000	20000	44600			
4	Campionamento emissioni in aria e flusso dal suolo in zone potenzialmente critiche e popolate	Arpa Umbria	500	2500		3000			
5	Approfondimento della presenza di metilmercurio in sedimenti e terreni	ARPAT	5000			5000			
		<b>Totali</b>	<b>24100</b>	<b>17500</b>	<b>70000</b>	<b>111600</b>			

## **ALLEGATO 2**

### ***Possibili scenari a breve e lungo termine***

Risulta necessario valutare la fattibilità di interventi di mitigazione del fenomeno di diffusione del Mercurio, caratterizzato da due fondamentali processi: quello del raggiungimento di bersagli umani da parte della frazione di Mercurio bioassimilabile, (che investe principalmente l'aspetto sanitario) e quello di trasporto di massa del Mercurio con trasferimento a bersagli ambientali finali (acque marine internazionali).

Dai primi confronti tra le Agenzie e gli istituti universitari e di ricerca, la possibilità di intervenire con una radicale bonifica dell'asta fluviale risulta difficilmente ipotizzabile nell'arco del breve periodo; diversamente risulta ipotizzabile intervenire con attività di mitigazione del fenomeno associato a misure di prevenzione.

Tra i possibili approcci da vagliare vi è quello che prevede il ricorso all'impiego di fitotecnologie associate a tecniche di ingegneria naturalistica. Le principali linee di azioni ipotizzate puntano ad intervenire con detti sistemi su due fenomeni fondamentali: l'erosione e trasporto dei sedimenti e la metilazione e mobilitazione del contaminante. Il primo fenomeno potrebbe prevedere interventi di consolidamento spondale con tecniche di ingegneria naturalistica mediante l'utilizzo di sistemi vegetali che contestualmente siano in grado di ridurre la mobilità dei contaminati; parallelamente potrebbe essere contrastato il fenomeno della metilazione del Mercurio mediante sistemi vegetali capaci di mantenere un adeguato grado di ossigenazione dei sedimenti riducendo quindi la presenza di zone anossiche dove è favorito il processo di metilazione.

L'approccio ipotizzato necessita di conferme sperimentali e di un maggior numero di dati ed informazioni per poter essere strutturato in forma di proposta progettuale. Dovranno comunque essere previste apposite valutazioni per valutare il grado di sostenibilità di detto approccio anche in rapporto ad eventuali altre ipotesi attuabili di interventi e dal confronto con esperienze già attuate.