

## SIN SACCO Accordo MATTM - Regione Lazio

# *Documento tecnico-scientifico* *Caratterizzazione aree agricole ripariali*

## Sommario

<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. PRECEDENTI EVIDENZE DI CONTAMINAZIONE DELL'AREA AGRICOLA RIPARIALE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. LE MOTIVAZIONI PER UN APPROCCIO INTEGRATO DI CARATTERIZZAZIONE: SUOLI, VEGETALI, PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1. VANTAGGI DEL CAMPIONAMENTO DELLE ESSENZE VEGETALI E DEI PRODOTTI DI ORIGINE ANIMALE</b> .....	<b>6</b>
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1. PIANO DI CARATTERIZZAZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.2. DEFINIZIONE DELL'AREA SOGGETTA A CARATTERIZZAZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.3. SUDDIVISIONE IN SUB-AREE E PROGRESSIONE DEI CAMPIONAMENTI</b> .....	<b>8</b>
<b>4.4. CRITERI DI ESCLUSIONE DAL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE</b> .....	<b>9</b>
<b>4.5. DEFINIZIONI</b> .....	<b>9</b>
<b>4.6. MODALITÀ DI SELEZIONE DELLE UNITÀ DI PRELIEVO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. CARATTERIZZAZIONE DEI SUOLI AGRICOLI</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1. DISTRIBUZIONE DELLE UNITÀ DI PRELIEVO</b> .....	<b>10</b>
<i>Tabella. 1 Caratterizzazione dei terreni: stima del numero di Unità di prelievo, .....</i>	<b>11</b>
<b>5.2. SET ANALITICO PER AREE AD USO AGRICOLO (TERRENI)</b> .....	<b>11</b>
<i>Tabella 2. Contaminanti ricercati nei terreni</i> .....	<b>12</b>
<b>6. BIOMONITORAGGIO ESSENZE VEGETALI (FORAGGERE E COLTURE)</b> .....	<b>13</b>
<b>6.1. CONTAMINANTI RICERCATI NELLE MATRICI VEGETALI</b> .....	<b>13</b>
<i>Tabella 3. Contaminanti ricercati nelle matrici vegetali</i> .....	<b>13</b>
<b>7. BIOMONITORAGGIO ANIMALE</b> .....	<b>13</b>
<b>7.1. STIMA DEL NUMERO DI CAMPIONI PER BIOMONITORAGGIO ANIMALE</b> .....	<b>15</b>
<b>8. MONITORAGGIO -VIGILANZA</b> .....	<b>15</b>
<b>9. VALUTAZIONE DEL RISCHIO</b> .....	<b>16</b>
<b>10. VALIDAZIONE DEI DATI</b> .....	<b>17</b>
<b>11. CRONOPROGRAMMA</b> .....	<b>17</b>

## Premessa

L'area del Sito di Interesse Nazionale "Bacino del Fiume Sacco" è stata oggetto di un inquinamento ambientale, negli anni, dovuto a diverse fonti, in particolare connesse alla presenza di attività industriali di diversa tipologia, sia in esercizio sia in disuso (es. settore chimico, aviazione, industria bellica, manifattura) dove i siti produttivi, in molti casi, confinavano o erano nelle immediate vicinanze del fiume Sacco. Il perimetro del SIN comprende i territori (o parte degli stessi) dei comuni di Anagni, Arce, Castro dei Volsci, Ceccano, Ceprano, Colleferro, Falvaterra, Ferentino, Frosinone, Gavignano, Morolo, Paliano, Pastena, Patrica, Pofi, Segni, Sgurgola, Supino

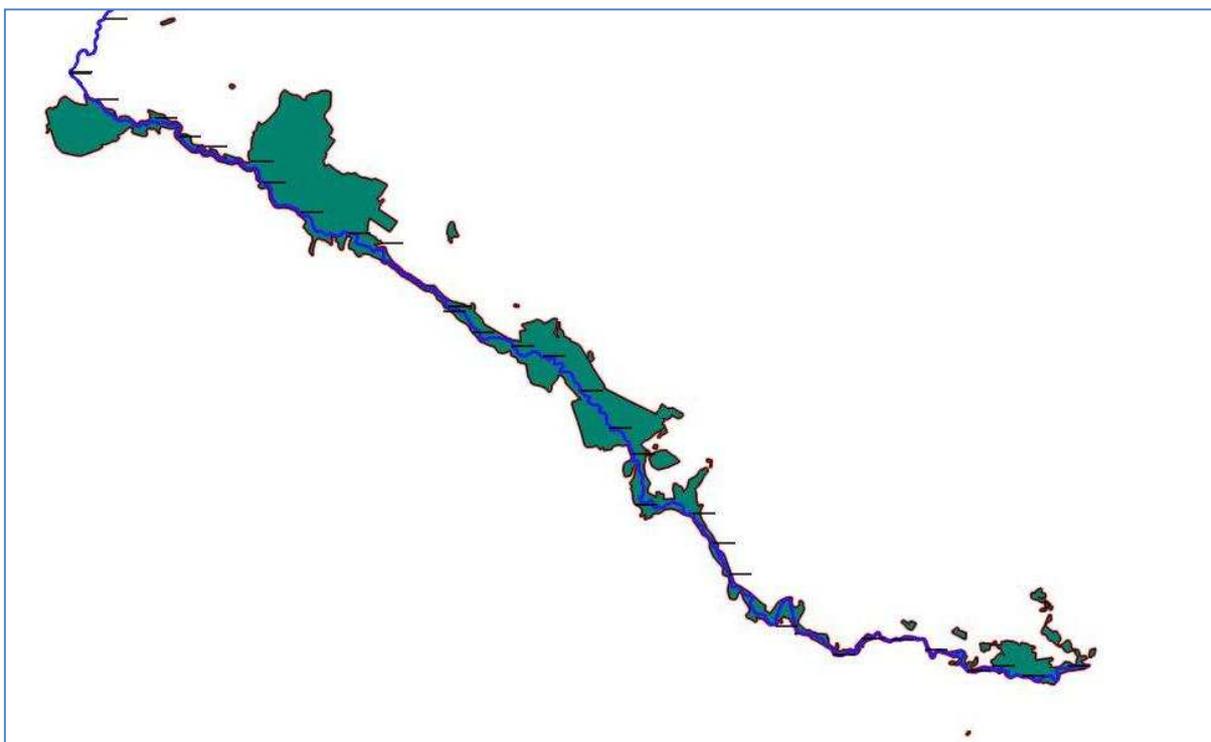


Figura 1: rappresentazione sintetica del perimetro del SIN Bacino fiume Sacco. In blu è rappresentata l'asta fluviale del Sacco, in verde le aree perimetrate

Nella perimetrazione del sito sono incluse anche le aree interessate dalla produzione agricola (coltivazione di specie vegetali per l'alimentazione umana ed animale) oltre che a quelle destinate al pascolo di animali. Tali aree ricadono in prossimità dell'alveo fluviale del fiume Sacco.

I fenomeni di trasporto della contaminazione connessi sia all'esondazione delle acque sui terreni sia a situazioni di utilizzo delle acque del fiume o delle acque di falda prelevate da pozzi in qualche modo in comunicazione o richiamanti le acque del Sacco, hanno comportato nel tempo un trasferimento di contaminazione dalle acque superficiali-sotterranee ai terreni agricoli con una conseguente contaminazione indotta dei suoli. È quindi possibile ipotizzare che, i terreni limitrofi al fiume siano tuttora contaminati e che il fiume Sacco, oltre a rappresentare un centro di pericolo, funga anche da

veicolo per la contaminazione; esistono tuttavia ancora numerosi aspetti che richiedono un ulteriore approfondimento, in particolare: non è nota l'estensione della contaminazione dei terreni limitrofi al fiume Sacco, né se la contaminazione dei terreni ab origine sia dovuta a fenomeni di esondazione o all'uso irriguo delle acque fluviali o ad una combinazione dei due processi. Inoltre, ad oggi, l'attenzione è stata dedicata quasi esclusivamente agli isomeri dell'esaclorocicloesano, non è quindi noto se altri inquinanti siano presenti.

Il presente documento tecnico-scientifico viene proposto nell'ambito delle attività definite con Delibera 119 del 6/3/2019 “Approvazione dello schema di accordo di programma tra il Ministero della Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e la Regione Lazio per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica del SIN del bacino del Fiume Sacco”.

Nell'allegato tecnico sono individuati gli interventi di messa in sicurezza ritenuti prioritari e le attività intese a definire un modello concettuale della contaminazione e un'analisi del rischio ambientale e sanitario.

Tra gli interventi immediatamente applicabili proposti dalle Amministrazioni Comunali e ritenuti prioritari in base alle valutazioni dell'ISPRA (nota prot. GEO/PSC 2017/175) è citata la caratterizzazione delle aree agricole ripariali.

Gli interventi applicabili si inquadrano in una generale attività di monitoraggio sanitario/ambientale finalizzato alla salvaguardia della salute pubblica e alla valutazione dell'efficacia delle misure di controllo intraprese nell'ambito del SIN “Bacino del Fiume Sacco” (DM 321 del 22/11/2016).

Il presente documento Tecnico-Scientifico si riferisce alla definizione delle basi concettuali, scientifiche ed operative inerenti la programmazione e l'esecuzione delle attività di caratterizzazione delle *aree agricole ripariali*. L'articolazione di dettaglio di tutte le fasi operative della caratterizzazione e delle azioni di campo saranno contenute in un successivo documento Tecnico-Operativo denominato Piano di Caratterizzazione.

## 1. Introduzione

L'interessamento della filiera zootecnica, comprovato da evidenze analitiche derivanti dai controlli eseguiti nell'ambito del Piano Nazionale Residui (PNR inserire rif normativo) e da studi epidemiologici sistematici condotti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana (IZSLT) e dai Dipartimenti di Prevenzione delle ASL territoriali (Asl Roma 5 ex Roma G ed ASL di Frosinone), ha condotto ad una interdizione delle aree ripariali al pascolo ed alle colture e ad una programmazione di controlli ufficiali finalizzati all'autorizzazione alla commercializzazione dei prodotti, in particolare del latte, elemento importante nell'economia della zona nonché fonte di

esposizione al contaminante per via alimentare per la popolazione. Negli stessi anni veniva condotto dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale (DEP), uno studio epidemiologico finalizzato a studiare l'esposizione degli abitanti dei comuni interessati al  $\beta$ -HCH ed i suoi possibili effetti sulla salute. Lo studio evidenziava una grave contaminazione umana di carattere cronico da  $\beta$ -HCH.

A partire dal 2007, l'Area Veterinaria della Regione Lazio ha programmato annualmente i controlli utili alla salvaguardia della salute umana e dell'economia agrizootecnica della zona, inquadrandoli tra le attività del Piano Nazionale Residui (PNR – DLgs n. 158 del 16 marzo 2006), sotto la categorizzazione dell'Extrapiano regionale. La programmazione è stata annualmente operata dall'Osservatorio Epidemiologico Veterinario Regionale del Lazio (OEVR) dell'IZSLT e gli esami chimici sono stati effettuati dal laboratorio chimico dello stesso Istituto. Il programma di biomonitoraggio condotto prevedeva inoltre, in caso di positività al latte di massa, il controllo dei foraggi utilizzati per l'alimentazione animale nelle aziende zootecniche sede dei rilievi nonché il tracing locale delle zone di produzione degli stessi o di pascolo.

In alcuni casi, tali attività hanno consentito di individuare nel tempo terreni potenzialmente contaminati e non precedentemente individuati né sottoposti ad interdizione e/o la presenza di fattori di esposizione precedentemente non considerati (terra di riporto TAV).

Per quanto riguarda i terreni ad uso agricolo è stata individuata un'area definita "fascia fluviale" ottenuta dalla "fusione" delle aree c.d. interdette (Disposizione Regione Lazio 19.11.2010) relative ad una fascia di buffer estesa a 100 m in riva destra e in riva sinistra del F. Sacco e delle aree esondabili con pericolosità P3 (tempo di ritorno trentennale della piena). Le due fasce risultano sostanzialmente sovrapposte. La fusione ha generato un poligono (Fascia fluviale.shp) esteso circa 1730 ha. Nell'ambito di tale fascia verrà effettuata, sulla base della cartografia completa fornita della Regione, la definizione dell'area soggetta a caratterizzazione dei suoli e delle matrici vegetali ed animali come di seguito descritto.

## **2. Precedenti evidenze di contaminazione dell'area agricola ripariale**

Sono disponibili i dati relativi alla caratterizzazione delle aree agricole ripariali effettuate su disposizione dell'Ufficio Commissariale Valle del Fiume Sacco nell'ambito di 2 successive campagne condotte nel segmento nord dell'asta fluviale per una estensione di circa 23 Km comprendenti 10 comuni della valle (Anagni, Artena, Colleferro, Ferentino, Gavignano, Morolo, Paliano, Segni, Sgurgola, Supino).

La prima campagna è stata condotta tra agosto e ottobre 2006 su campioni di suolo agrario, sottosuolo e sedimento fluviale, la seconda campagna nel periodo febbraio-aprile 2008. Tale attività è consistita nella rilevazione di contaminazioni relative a residui di fitofarmaci organo clorurati ( $\alpha$ -esaclorocicloesano,  $\beta$ -esaclorocicloesano,  $\gamma$ -esaclorocicloesano e DDD, DDT, DDE).

Non essendo completamente noto il meccanismo di accumulo nei foraggi, l'Ufficio Commissariale, applicando il principio della massima cautela, ha limitato l'uso delle aree agricole, subordinando l'utilizzo dei foraggi prodotti all'esito favorevole dei controlli eseguiti nell'ambito dell'extrapiano di monitoraggio attuato dalle Aziende Sanitarie Locali e dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince che i superamenti, nella matrice sedimento fluviale, risultano distribuiti in modo ubiquitario lungo l'intero tratto fluviale interessato dallo studio.

Nessuna altra tipologia di monitoraggio ambientale sui terreni dell'Area Agricola Ripariale è stata peraltro condotta successivamente, ad eccezione del biomonitoraggio animale e vegetale per la contaminazione da beta-esaclorocicloesano ( $\beta$ -HCH).

Nell'ambito delle attività di biomonitoraggio per il  $\beta$ -HCH condotte in fase di emergenza (2005-2006) e delle successive attività sistematiche in esecuzione dei controlli nell'ambito del citato extrapiano PNR (2007-2019), risulta indagata e monitorata con continuità la contaminazione di foraggi e latte di massa nel settore nord. I risultati delle attività svolte hanno evidenziato una progressiva riduzione nel tempo del numero di campioni positivi e delle concentrazioni medie di  $\beta$ -HCH nel latte di massa bovino ed ovino.

Nel complesso, per la porzione SUD dell'Area Agricola Ripariale, è disponibile un limitato set di dati analitici ed informazioni sulla contaminazione sia in relazione alla caratterizzazione dei suoli (2006-2008) sia in termini di biomonitoraggio animale e sui vegetali (2007-2019). Nonostante il ridotto numero di analisi eseguite in questo settore sulle varie matrici nel tempo e sebbene non siano stati condotti studi sistematici e rappresentativi sulle contaminazioni, vi è evidenza di rilevazione sporadica di contaminazione (inferiore ai limiti di conformità) per  $\beta$ -HCH in latte di massa bovino.

Per il settore NORD sono invece disponibili dati continui ed aggiornati relativamente al biomonitoraggio per  $\beta$ -HCH condotto sul latte di massa dei ruminanti allevati. Tuttavia non sono disponibili dati di follow-up sistematici, aggiornati e rappresentativi dell'intera estensione dell'AAR relativamente alle contaminazioni dei suoli e dei vegetali, successivamente alla messa in atto delle principali opere di bonifica delle sorgenti primarie di contaminazione ambientale

### 3. Le motivazioni per un approccio integrato di caratterizzazione: suoli, vegetali, prodotti di origine animale

Il monitoraggio dei contaminanti lungo la catena alimentare (terreni-vegetali-animali-prodotti di origine animale), dalla captazione ed accumulo da parte delle essenze vegetali all'assorbimento per via alimentare, bioaccumulo e biomagnificazione negli organismi animali, si è dimostrato un modello di valutazione del rischio di contaminazione da  $\beta$ -HCH valido ed efficiente nell'area ed ha contribuito, ab origine, alla perimetrazione dell'area contaminata.

Tale modello può essere esteso anche ad altri contaminanti che determinano bioaccumulo. Come peraltro confermato da rapporti ufficiali delle autorità sanitarie ed ambientali, le criticità dell'area sono da attribuirsi non solo alla persistenza della contaminazione da  $\beta$ -HCH, ma anche da arsenico e metalli pesanti nelle falde acquifere e acque superficiali.

Il biomonitoraggio di questi contaminanti offre il vantaggio di poter considerare tutte le possibili vie di esposizione (cibo, aria, acqua) e tutte le possibili influenze del metabolismo vegetale e animale sulla concentrazione dei contaminanti nei tessuti. In una situazione come quella descritta, un approccio integrato di caratterizzazione può quindi dimostrarsi anche utile nel monitorare l'effetto delle misure di mitigazione del rischio e rimozione dell'esposizione dell'ambiente ai contaminanti sinora adottate.

Il biomonitoraggio animale e quello delle essenze vegetali, può essere inoltre condotto con ridotte o nulle implicazioni etiche e minor dispendio di risorse. Al contempo, le matrici animali possono dimostrare il passaggio di contaminanti dall'ambiente alla catena alimentare e quindi a un rischio per l'uomo, contribuendo a meglio definire il quadro concettuale della contaminazione nell'area.

L'obiettivo generale del biomonitoraggio su vegetali e prodotti di origine animale sarà quello di supportare le attività di caratterizzazione, di contribuire a valutare l'estensione geografica e l'intensità del problema nonché di evidenziare il passaggio degli inquinanti nella catena alimentare.

Considerato, infine, che tutta la valle del fiume Sacco è interessata da intensa attività agricola e zootecnica, il biomonitoraggio offre la possibilità di valutare il rischio residuo del permanere di attività agricole e zootecniche su suoli che eventualmente non potranno essere oggetto di ripristino completo anche dopo gli interventi di bonifica, a causa del carattere di persistenza di alcuni contaminanti (PoPs, metalli pesanti).

#### *3.1. Vantaggi del campionamento delle essenze vegetali e dei Prodotti di origine animale*

Il campionamento parallelo e complementare dei terreni e delle essenze vegetali offre il vantaggio di assicurare adeguata sensibilità al sistema di rilevamento delle contaminazioni, in particolare per sostanze che determinano bioaccumulo eventualmente presenti nei terreni anche a basse

concentrazioni (inferiori o vicine al Limite di Rilevazione LOD e Limite di Quantificazione LOQ delle metodiche analitiche utilizzate).

Il possibile incremento della concentrazione di tali sostanze nei vegetali e nei prodotti di origine animale attraverso meccanismi di bioaccumulo, rispetto alla sorgente diretta (terreni), contribuisce a fornire una migliore precisione del rilevamento ed una maggiore accuratezza della caratterizzazione. Tale approccio, inoltre, consente di ottenere migliori valori predittivi negativi degli esiti analitici riferiti al prelievo sui suoli (probabilità che il risultato negativo ottenuto sulle matrici sia vero).

L'interpretazione integrata dei risultati ottenuti su terreni e vegetali può garantire maggiore sicurezza nella caratterizzazione dei terreni. Da un lato, in caso di esiti paralleli favorevoli, la certezza del dato ottenuto fornirà maggiore tutela per l'esclusione dei terreni dalle misure di bonifica e messa in sicurezza o nella rimozione delle restrizioni su terreni attualmente interdetti.

Dall'altro, la positività ad almeno una delle due matrici consentirà di mantenere l'interdizione dei terreni e livelli di attenzione adeguati o fornire l'evidenza necessaria per l'attuazione della bonifica, riducendo il rischio di "liberalizzare", per la produzione agricola, terreni solo apparentemente non contaminati, i quali tuttavia possono dare origine a contaminazione e bioaccumulo per i vegetali ad uso alimentare e quindi contribuire all'esposizione delle specie animali allevate ed all'uomo.

Il rilievo di contaminazione nei prodotti di origine animale, infine, attraverso una idonea valutazione delle esposizioni pregresse, contribuisce ad integrare la valutazione del rischio connessa direttamente alla persistenza di esposizioni alla contaminazione sia nelle aree oggetto di caratterizzazione, sia, più in generale, a livello territoriale.

## **4. Metodologia**

### *4.1. Piano di caratterizzazione*

L'articolazione relativa alla organizzazione ed alla esecuzione su campo delle fasi operative, alla localizzazione dei punti di campionamento, alle procedure tecniche di esecuzione del campionamento dei suoli e delle matrici vegetali ed animali, alla tracciabilità, alla trasmissione dei campioni, alla gestione dei flussi informativi nonché alla calendarizzazione delle fasi operative e dei campionamenti descritti sinteticamente nel presente *documento Tecnico-Scientifico* sarà dettagliata in un successivo documento Tecnico-Operativo denominato *Piano di caratterizzazione*.

### *4.2. Definizione dell'Area soggetta a caratterizzazione*

L'area soggetta alle attività di caratterizzazione è costituita dai terreni, identificati secondo articolazione delle particelle catastali, compresi entro i limiti dei seguenti perimetri:

- *Area c,d, interdetta*: corrispondente all'area definita dalla Disposizione Regione Lazio 19.11.2010 relativa ad una fascia di buffer estesa a 100 m in riva destra e in riva sinistra del F. Sacco per l'intera lunghezza dell'asta fluviale.
- *Area di perimetrazione*: corrispondente al perimetro relativo alla fascia esondabile con tempo di ritorno trentennale (pericolosità-P3)

L'area soggetta a caratterizzazione si estende per la lunghezza dell'asta fluviale, per una estensione lineare pari a circa 54 Km a partire dal limite nord dell' *Area c,d, interdetta* in corrispondenza della sorgente inquinante (area industriale di colleferro).

All'interno dell'*Area soggetta a caratterizzazione* sono comprese porzioni di territorio di 17 comuni corrispondenti alla seguente suddivisione in segmenti geografici:

SEGEMENTO	AREA	COMUNE
NORD	9 COMUNI (11) - parte nord	Genazzano
	9 COMUNI (11) - parte nord	Segni
	9 COMUNI (11) - parte nord	Colleferro
	9 COMUNI (11) - parte nord	Paliano
	9 COMUNI (11) - parte nord	Gavignano
	9 COMUNI (11) - parte nord	Anagni
	9 COMUNI (11) - parte nord	Sgurgola
	9 COMUNI (11) - parte nord	Morolo
	9 COMUNI (11) - parte nord	Supino
SUD	7 COMUNI - parte sud	Patrica
	7 COMUNI - parte sud	Frosinone
	7 COMUNI - parte sud	Ceccano
	7 COMUNI - parte sud	Castro dei Volsci
	7 COMUNI - parte sud	Pofi
	7 COMUNI - parte sud	Ceprano
	7 COMUNI - parte sud	Falvaterra

#### 4.3. Suddivisione in SUB-AREE e progressione dei campionamenti

Nell'ambito di ciascun segmento (NORD e SUD) individuato nell'ambito dell'Area soggetta a caratterizzazione saranno individuate ulteriori sub-aree omogenee, che saranno progressivamente sottoposte a caratterizzazione. Alla conclusione dei campionamenti completi dei terreni e dei vegetali di una sub-area sarà dato inizio ai campionamenti della sub-area adiacente e così via sino a completamento, dapprima del segmento NORD e successivamente del segmento SUD.

Le analisi di laboratorio saranno quindi condotte per gruppi di campioni sino a completamento di ogni sub-area, al fine di produrre i risultati completi della caratterizzazione tempestivamente e quindi favorire la rimozione o il mantenimento delle misure di interdizione secondo la progressione descritta.

#### 4.4. Criteri di esclusione dal piano di caratterizzazione

Sono esclusi dall'Area di caratterizzazione i terreni i quali, seppur compresi entro la c.d. Area interdetta e/o entro l'Area di perimetrazione, risultano, in base alla cartografia catastale disponibile, interessati dalla presenza di abitazioni, le aree industriali e l'Area identificata come "Sito delle Lame" poiché oggetto di specifici interventi di caratterizzazione e bonifica.

Le suddette aree escluse, tuttavia, potranno essere totalmente o in parte interessate dal campionamento sui terreni qualora in sede di sopralluogo risultino presenti terreni adibiti ad uso agricolo o a uso privato/familiare.

#### 4.5. Definizioni

Si definisce "*Unità di prelievo*" la singola particella catastale ricoprente una lunghezza lineare di 200 mt lungo l'asta del fiume ed una larghezza corrispondente al limite dell'area di interdizione o perimetrazione P. Le particelle catastali di estensione lineare inferiore ai 200 mt saranno unite fino a raggiungere un'estensione lineare minima di 200 mt ed una larghezza corrispondente al limite dell'area di interdizione o perimetrazione P3.

Si definisce "*Unità di prelievo mirato*" ogni Unità di prelievo aggiuntiva individuata in base a valutazione del rischio conseguente a superamento del CSC per uno o più contaminanti in una Unità di prelievo.

Si definisce "*campione elementare*" un quantitativo di materiale prelevato in un unico punto dell'Unità di prelievo. I campioni elementari devono essere prelevati, per quanto possibile, in vari punti distribuiti nell'insieme dell'Unità di prelievo e devono essere, georeferenziati.

Con il termine "*campione globale*", si intende un campione ottenuto riunendo, in maniera omogenea, tutti i campioni elementari prelevati in una Unità di prelievo. I campioni globali si considerano rappresentativi dell'area sottesa all'Unità di prelievo e gli esiti analitici ottenuti si considerano validi per la particella o l'unione di particelle catastali che la compongono.

#### 4.6. Modalità di selezione delle Unità di prelievo

La selezione delle Unità di prelievo viene eseguita sulla base della cartografia completa relativa alla estensione delle Aree Agricole Ripariali c.d. interdette e alla perimetrazione (pericolosità P3) per l'intera lunghezza dell'asta fluviale. La sovrapposizione dei tematismi geografici disponibili (ortofoto, perimetrazione delle AAR interdette, perimetrazione P3, particelle catastali) e la differenziazione in ambiente GIS dei terreni coltivati da quelli non coltivati e da quelli sede di crescita di erbe spontanee nonché delle aree urbanizzate o industriali, costituisce la metodologia adottata per selezionare le Unità di prelievo di superficie nota.

La distribuzione delle Unità di prelievo viene definita per destra e sinistra idrografica nel rispetto dei criteri di rappresentatività territoriale per l'intera estensione dell'Area soggetta a caratterizzazione.

Al termine del processo di selezione in ambiente GIS delle singole Unità di prelievo, sarà operata la definizione delle Sub-aree di campionamento per i segmenti NORD e SUD dell'Area soggetta a caratterizzazione e verranno prodotti un elenco di dettaglio ed uno shapefile contenenti le informazioni relative alla loro localizzazione geografica, superficie, particelle catastali incluse e numero identificativo alfanumerico univoco.

La definizione di dettaglio relativa alla numerosità, localizzazione e composizione delle Unità di prelievo sarà operata in base ad una selezione in ambiente GIS da parte dell'IZSLT, ISS e Regione e sarà contenuta nel Documento operativo del Piano di caratterizzazione.

## **5. Caratterizzazione dei suoli agricoli**

La caratterizzazione dei suoli, finalizzata alla conoscenza dei livelli degli inquinanti presenti nell'Area soggetta a caratterizzazione dovrà essere eseguita secondo i criteri riportati nell'Allegato 1 – Criteri generali per la caratterizzazione delle aree agricole, e nell'Allegato 2 – Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) per i suoli delle aree agricole, del Decreto 1 marzo 2019 n. 46.

Tale Decreto prevede che vengano costituiti campioni globali prelevando punti incrementali calcolati rispetto alla grandezza dell'area da investigare (Unità di prelievo). Per cui, in presenza di terreni agricoli pedologicamente omogenei, la rappresentatività della matrice suolo sarà garantita, all'interno dell'Unità di prelievo, dal prelievo di campioni elementari (profondità 0-30 o 0-50 cm p.c. per i prodotti orticoli e 0-80 cm per i frutteti), che saranno miscelati fino ad ottenere un campione omogeneo formante il campione globale

### **5.1. Distribuzione delle Unità di prelievo**

La distribuzione delle Unità di prelievo viene eseguita sulla base della cartografia, tenendo conto dell'estensione delle c.d. Aree Interdette e delle Aree esondabili P3 soggette a perimetrazione per l'intera lunghezza dell'asta fluviale. Nella tabella (Tab. 1) che segue è riportata la teorica numerosità delle Unità di prelievo stimata in base ai criteri sopradescritti per l'intera lunghezza dell'asta fluviale (ca. 54 Km) in relazione a sinistra e destra idrografica. Per ogni Unità di prelievo sono previsti 10 campioni elementari.

Tabella. 1 Caratterizzazione dei terreni: stima del numero di Unità di prelievo, campioni elementari e campioni globali

FASE	Settore AAR	estensione lineare asta fluviale (Km)	numero Unità di prelievo	numero campioni globali	numero campioni elementari
1	NORD	23	230	230	2.300
2	SUD	31	310	310	3.100
<b>1+2</b>	<b>Totale</b>	<b>54</b>	<b>540</b>	<b>540</b>	<b>5.400</b>

Le numerosità riportate in tabella si riferiscono ad una stima preliminare basata sulla estensione lineare dell'asta fluviale di circa 54 Km, in ragione della necessità di procedere alla definizione di un'unità di prelievo su riva destra e riva sinistra in corrispondenza del medesimo tratto di fiume. (54.000 metri / 200 metri= 270 Unità di prelievo per ogni lato = circa 540 campioni campioni globali) La definizione finale della numerosità e dislocazione delle Unità di prelievo, comprensiva delle particelle catastali di riferimento, sarà operata in base ad una selezione di dettaglio in ambiente GIS da parte dell'IZSLT, ISS e Regione e sarà contenuta nel Documento operativo del Piano di caratterizzazione.

Data l'estensione dell'area da indagare, si è concordato di:

- considerare tutte le aree pedologicamente omogenee;
- effettuare in una prima fase i campionamenti di terreno all'interno della *c.d. area interdetta* lungo l'intera asta fluviale a seconda delle tipologie di colture prodotte;
- I campionamenti verranno estesi in una seconda fase ai terreni presenti *nell'Area di perimetrazione delle aree esondabili con pericolosità P3*, laddove tali terreni si estendano oltre la fascia di interdizione
- di prelevare in ogni area 10 campioni elementari; ogni modifica nel numero di campioni elementari per singola Unità di prelievo verrà giustificata e riportata nei verbali di campionamento;

*I campionamenti dei terreni saranno eseguiti in una prima fase nelle sub-aree individuate nel segmento NORD dell'asta fluviale e successivamente nelle sub-aree del segmento SUD.*

## 5.2. Set analitico per aree ad uso agricolo (terreni)

Le prescrizioni normative relative alla qualità dei suoli ad uso agricolo prevedono che vengano verificate le concentrazioni dei contaminanti ed i relativi valori limite previsti nell'Allegato 2 – Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) per i suoli delle aree agricole - del Decreto 1 marzo 2019 n. 46. I parametri chimici da verificare sono riportati nella tabella 2 che segue.

Tabella 2. Contaminanti ricercati nei terreni

	CSC (mg kg <sup>-1</sup> espressi come ss)
<b>Composti inorganici</b>	
Antimonio	10*
Arsenico	30*
Berillio	7*
Cadmio	5*
Cobalto	30*
Cromo totale	150*
Cromo VI	2*
Nichel	120*
Piombo	100*
Rame	200*
Selenio	3*
Tallio	1*
Vanadio	90*
Zinco	300*
<b>Aromatici policiclici</b>	
Benzo(a)antracene	1
Benzo(a)pirene	0,1
Benzo(b)fluorantene	1
Benzo(k)fluorantene	1
Benzo(g, h, i)perilene	5
Crisene	1
Dibenzo(a, h)antracene	0,1
Indenopirene	1
<b>Fitofarmaci</b>	
Aldrin	0,01
α-esacloroetano	0,01
β-esacloroetano	0,01
γ-esacloroetano (lindano)	0,01
Clordano	0,01
DDD	0,01
DDT	0,01
DDE	0,01
Dieldrin	0,01
Endrin	0,01
<b>Diossine e furani</b>	
Sommatoria PCDD, PCDF + Dioxin-Like (PCB-DL)**(conversione T.E)	6 ng/kg SS WHO-TEQ
PCB non DL***	0,02
<b>Idrocarburi</b>	
Idrocarburi C10-C40 (1)	50
<b>Altre sostanze</b>	
Amianto (2)	100

\* Valore da utilizzare solo in assenza di Valori di Fondo Geochimico (VFG) validati da ARPA/APPA

\*\* sommatoria PCDD/PCDF e dei congeneri PCB Dioxin-Like numeri 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189. Per il WHO-TEQ, si fa riferimento alla scala di tossicità WHO del 2005, utilizzata per calcolare i livelli di PCDD/PCDF e PCB Dioxin-Like negli alimenti e nei mangimi.

\*\*\* congeneri non Dioxin-Like: 28, 52, 95, 99, 101, 110, 128, 146, 149, 151, 153, 170, 177, 180, 183, 187.

(1) Qualora si rilevi la presenza di C10-C12 andrà verificata la presenza degli idrocarburi volatili.

(2) L'amianto verrà ricercato previo accertamento della possibile presenza durante la fase di campionamento e/o in presenza di possibili fonti

## 6. Biomonitoraggio essenze vegetali (foraggiere e colture)

In modalità simmetrica e contestuale all'esecuzione dei campionamenti dei terreni, sarà operato il prelievo di essenze vegetali con un numero di campioni elementari e globali pari al numero di campioni stabiliti per il terreno e seguendo la medesima progressione NORD-SUD lungo l'asta fluviale (cfr. Tabella 1). In questo modo verrà assicurata la corrispondenza esatta della rilevazione sulle due matrici e costruite le eventuali correlazioni.

I campionamenti saranno eseguiti da personale IZSLT operante nell'ambito delle squadre di prelievo in modalità coordinata con i corrispondenti prelievi effettuati sui terreni.

### 6.1. Contaminanti ricercati nelle matrici vegetali

Nelle matrici vegetali verranno ricercati sistematicamente i contaminanti organoclorurati su tutti i campioni raccolti.

In caso di evidenza di riscontro sui terreni corrispondenti, saranno ricercati sui vegetali anche gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) ed i Composti Inorganici.

Tabella 3. Contaminanti ricercati nelle matrici vegetali

Fitofarmaci ricercati in tutti i campioni vegetali	Composti ricercati nei vegetali in caso di evidenza di riscontro di nei terreni corrispondenti	
<b>Organoclorurati</b>	<b>Composti inorganici</b>	<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>
Aldrin	Antimonio	Benzo(a)antracene
$\alpha$ -esaclorocicloesano	Arsenico	Benzo(a)pirene
$\beta$ -esaclorocicloesano	Berillio	Benzo(b)fluorantene
$\gamma$ -esaclorocicloesano	Cadmio	Crisene
Clordano	Cobalto	
DDD	Cromo totale	
DDT	Nichel	
DDE	Piombo	
Dieldrin	Selenio	
Endrin	Tallio	
	Vanadio	

## 7. Biomonitoraggio animale

In via complementare ai prelievi di terreni e vegetali, sarà effettuato un biomonitoraggio sulle matrici animali, adottando lo stesso schema progressivo dei controlli dal settore NORD al Settore SUD delle dell'Area soggetta a caratterizzazione

Il biomonitoraggio animale contribuirà ad un ulteriore incremento della sensibilità al sistema di rilevamento delle contaminazioni integrato con il campionamento dei terreni e dei vegetali.

Obiettivi specifici:

- il monitoraggio della presenza del  $\beta$ -HCH nella produzione di latte delle aziende zootecniche ovine-caprine e bovine-bufaline. A tale scopo viene individuata una fascia di 500 mt. dalle rive destra e sinistra del fiume, tenendo in considerazione la pedologia, l'elevazione dei terreni e la suscettibilità alle esondazioni. Contestualmente al prelievo sarà compilato un questionario strutturato al fine di rilevare tutte le possibili esposizioni note al contaminante.
- In una seconda fase, in caso di evidenza della presenza di altri contaminanti bioaccumulabili nelle *Unità di prelievo* o nelle *Unità di prelievo mirato*, ottenuta dalle parallele attività di caratterizzazione su terreni e vegetali, potrà essere programmato un monitoraggio specifico delle contaminazioni sia nella matrice latte sia in altre matrici animali di elezione (uova, carni, organi di capi macellati).

In questo ultimo caso, il biomonitoraggio prevederà l'individuazione delle matrici animali più sensibili ai contaminanti rilevati nell'ambiente (terreno e vegetali), al fine di includere nel processo di caratterizzazione conoscenze relative ad uno successivo *step* della catena di biomagnificazione delle contaminazioni eventualmente correlato all'esposizione locale.

Verranno prelevati organi, tessuti o escreti animali che hanno maggiore capacità di concentrazione del contaminante, indipendentemente dal loro uso alimentare, per verificare l'eventuale probabilità di presenza/passaggio dei contaminanti dal suolo ai prodotti di origine animale attraverso la catena alimentare. Nel caso degli organi (specificatamente fegato e rene) il campionamento sarà effettuato presso stabilimenti di macellazione. Quest'ultima attività sarà organizzata tramite la tracciatura delle aziende a rischio e la comunicazione preventiva delle macellazioni programmate della ASL di provenienza alla ASL competente sul mattatoio di destinazione. Tra gli animali, saranno individuati prioritariamente gli animali da riforma, normalmente di età maggiore, nei quali l'eventuale bioaccumulo possa già essersi reso evidente e di cui si abbia certezza dell'origine delle materie prime usate per l'alimentazione.

I prelievi saranno eseguiti dai Servizi Veterinari delle ASL competenti per territorio con la supervisione ed il coordinamento dell'IZSLT.

### 7.1. Stima del numero di campioni per biomonitoraggio animale

In base ai criteri di selezione delle aziende di cui al precedente punto 7. si fornisce una stima del numero di campioni di latte di massa che si prevede di eseguire nell'ambito del programma.

FASE	Settore AAR	estensione lineare asta fluviale (Km)	numero aziende zootecniche entro 500 mt	numero campioni/ anno $\beta$ -HCH
1	SUD	31	20	40
2	NORD	23	30	60
1+2	Totale	54	50	100

Le aziende zootecniche selezionate saranno sottoposte a controllo semestrale su latte di massa ed i prelievi verranno effettuati in collaborazione con le ASL competenti per territorio.

Su tali campioni saranno eseguite le analisi per  $\beta$ -HCH ed eventualmente altri contaminanti bioaccumulabili su altre matrici animali per le contaminazioni di cui si abbia evidenza dall'attività di caratterizzazione dei terreni, dal biomonitoraggio dei vegetali e dal biomonitoraggio sul latte di massa.

## 8. Monitoraggio -vigilanza

Al fine di poter operare coordinamento, supervisione e vigilanza sulla appropriatezza delle attività di prelievo condotte sul campo dall'operatore economico esterno incaricato, i membri dell'Ufficio del Direttore dell'Esecuzione del Contratto (DEC), o loro delegati, sono incaricati di partecipare alle operazioni di campo condotte da ciascuna squadra operante sul terreno secondo il calendario predisposto dallo stesso DEC sulla base del cronoprogramma.

In dettaglio, i membri dell'Ufficio del DEC, nell'ambito delle attività di campo, sono incaricati di:

- Effettuare ricognizione delle Unità di prelievo prima dell'esecuzione del campionamento
- Disporre l'eventuale modifica, in incremento o decremento, del numero di campioni elementari previsti (N=10) in funzione delle specifiche caratteristiche "de facto" dell'Unità di prelievo emerse in fase di ricognizione,
- Confermare la numerosità prevista o stabilire la nuova numerosità dei campioni elementari per l'Unità di prelievo ed individuare i singoli punti di prelievo.
- Vigilare sul rispetto delle procedure operative di campionamento di terreni e vegetali previste nel Piano di caratterizzazione
- Vigilare sulla corretta costituzione dei *campioni globali*

- Vigilare sulla corretta identificazione dei *campioni globali*

I membri dell'Ufficio del DEC sono inoltre incaricati di operare il costante monitoraggio dello stato di avanzamento delle attività di campionamento e della loro progressione rispetto al calendario degli interventi determinato nel Piano di caratterizzazione, al fine di assicurare il rispetto del cronoprogramma e proporre idonei interventi correttivi o rimodulazioni motivate del cronoprogramma al Direttore dell'Esecuzione del Contratto, laddove necessario.

I membri dell'Ufficio del DEC ricevono periodicamente i risultati analitici in forma aggregata e di dettaglio, secondo la progressione stabilita dalla suddivisione dell'Area soggetta a caratterizzazione in Sub-aree secondo i flussi stabiliti nel Piano di caratterizzazione.

In caso di superamento del CSC operano affinché sia adottata in tempi congrui la procedura di *valutazione del rischio*, come di seguito descritta.

## 9. Valutazione del rischio

In caso di conformità ai controlli analitici svolti su terreni e vegetali in una *Unità di prelievo*, per le particelle catastali ad essa afferenti si dispone la rimozione dell'interdizione ad uso agricolo.

In caso di conformità sui terreni e contemporanea positività all'esito analitico superiore al Limite di Quantificazione (LOQ), ma inferiore al limite di legge nei vegetali, o viceversa, in una *Unità di prelievo*, per le particelle catastali ad essa afferenti viene provvisoriamente mantenuta l'interdizione ad uso agricolo e si procede ad ulteriori approfondimenti.

In caso di superamento delle CSC sul terreno o dei limiti di legge per i vegetali di in una *Unità di prelievo* per le particelle catastali ad essa afferenti si dispone il mantenimento dell'interdizione ad uso agricolo e dovrà essere predisposto un supplemento di campionamento mirato per il contaminante o i contaminanti rilevati, sia mediante ripetizione del campionamento all'interno del perimetro della stessa Unità di prelievo sia oltre il suo perimetro in senso centrifugo, individuando l'estensione delle particelle catastali idonee pedologicamente omogenee. Tale valutazione sarà operata in base ad una preventiva selezione *dell'Area di campionamento mirato* in ambiente GIS da parte dell'IZSLT, ISS e Regione, seguita da sopralluogo effettuato dai membri del Ufficio del Direttore dell'Esecuzione del contratto atti a rilevare le caratteristiche dell'area. Sulla base di tali azioni saranno definite nel dettaglio l'estensione e numerosità delle Unità di prelievo mirato aggiuntive.

Nelle *Unità di prelievo mirato* individuate sarà effettuato un campionamento contestuale di terreni e vegetali, articolato in campioni elementari e globali come già definito nell'ambito delle normali attività di caratterizzazione.

Inoltre , saranno applicati i criteri di esclusione dal campionamento riportati ai precedenti punti I criteri di valutazione del rischio che saranno adottati per la valutazione ed eventuale selezione delle Unità di prelievo mirato sono le seguenti:

- Presenza di terreni ad uso agricolo
- Presenza di terreni soggetti a coltivazioni stagionali anche ad uso privato/familiare
- Prossimità ad aree abitate
- Presenza di attività zootecnica anche ad uso familiare

In caso di presenza di animali, in funzione del contaminante o dei contaminanti individuati, potranno essere sottoposti a campionamento anche i prodotti di origine animale eventualmente disponibili secondo le specifiche di cui alla precedente tabella 3. Tale controllo sarà operato al fine di condurre una valutazione su eventuali fenomeni di bioaccumulo presuntivi di una possibile esposizione della popolazione attraverso la catena alimentare.

In funzione dei risultati analitici ottenuti su terreni, vegetali ed eventualmente prodotti di origine animale dell'Unità di prelievo mirato, saranno disposte le azioni sopra indicate di gestione del rischio.

Nel caso di superamento delle CSC per uno o più contaminanti nei terreni o dei valori di legge per i vegetali dell'Unità di prelievo mirato, si daranno indicazione di allerta.

## **10. Validazione dei dati**

La validazione dei dati sarà effettuata rispetto al numero di laboratori partecipanti. Se alle attività parteciperanno più di un laboratorio la validazione dei dati sarà condotta programmando uno studio di intercalibrazione. Altrimenti, i risultati analitici saranno validati rispetto ai criteri minimi di precisione e accuratezza e a quanto definito dalle procedure di controllo qualità.

## **11. Cronoprogramma**

Si prevede che siano attivate contemporaneamente 2 squadre in grado di eseguire ciascuna i campionamenti in 2 Unità di prelievo al giorno, operando 5 giorni lavorativi a settimana.

Sono quindi eseguiti i campionamenti in 4 Unità di prelievo/die pari a 20 Unità di prelievo/settimana e 80 Unità di prelievo/mese. Si prevede che le attività di campionamento dei terreni e dei vegetali saranno completate in circa 7 mesi dall'inizio della fase operativa del Piano di caratterizzazione, salvo imprevisti.

I risultati delle analisi sui terreni, sui vegetali ed i prodotti di origine animale dovranno essere messe a disposizione del DEC in modalità progressiva per ciascuna sub-area e comunque entro 1 mese dal prelievo (o erano 3 mesi?)

Le analisi sui vegetali saranno prodotte secondo le medesime tempistiche previste per i terreni relativamente alla ricerca di beta-HCH, mentre i risultati delle analisi per Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Composti Inorganici saranno prodotte successivamente all'esito ottenuto sui terreni.

In ogni caso, il set completo di risultati analitici sarà messo a disposizione del DEC entro 6 mesi dalla conclusione della attività di prelievo, ossia entro 13 mesi dall'inizio della fase operativa del Piano di caratterizzazione.