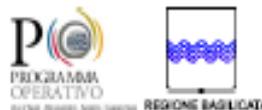




**METAPONTUM AGROBIOS**



**REGIONE BASILICATA**  
**P.O. Val D'Agri**

Studio finalizzato alla valutazione dell'impatto delle attività estrattive nella Val D'Agri

**Progetto affidato alla METAPONTUM AGROBIOS**

**RELAZIONE DI SINTESI – Anno 2010**

# Progetto Val D'Agri - Studio finalizzato alla valutazione dell'impatto delle attività estrattive nella Val D'Agri

## Relazione di sintesi

Gli accordi firmati tra Regione Basilicata e ENI nel 1998 prevedono l'attività di estrazione per un periodo di sfruttamento di diversi anni con lo sviluppo della produzione fino ad un numero di barili giorno di oltre centomila.

Dal 1998 ad oggi, le attività di estrazione avviate in Val d'Agri dalle società petrolifere hanno sviluppato due grossi programmi di ricerca/sfruttamento denominati TREND 1 e 2 che si estendono rispettivamente su una superficie territoriale di 61.515 ha e 29.059 ha.

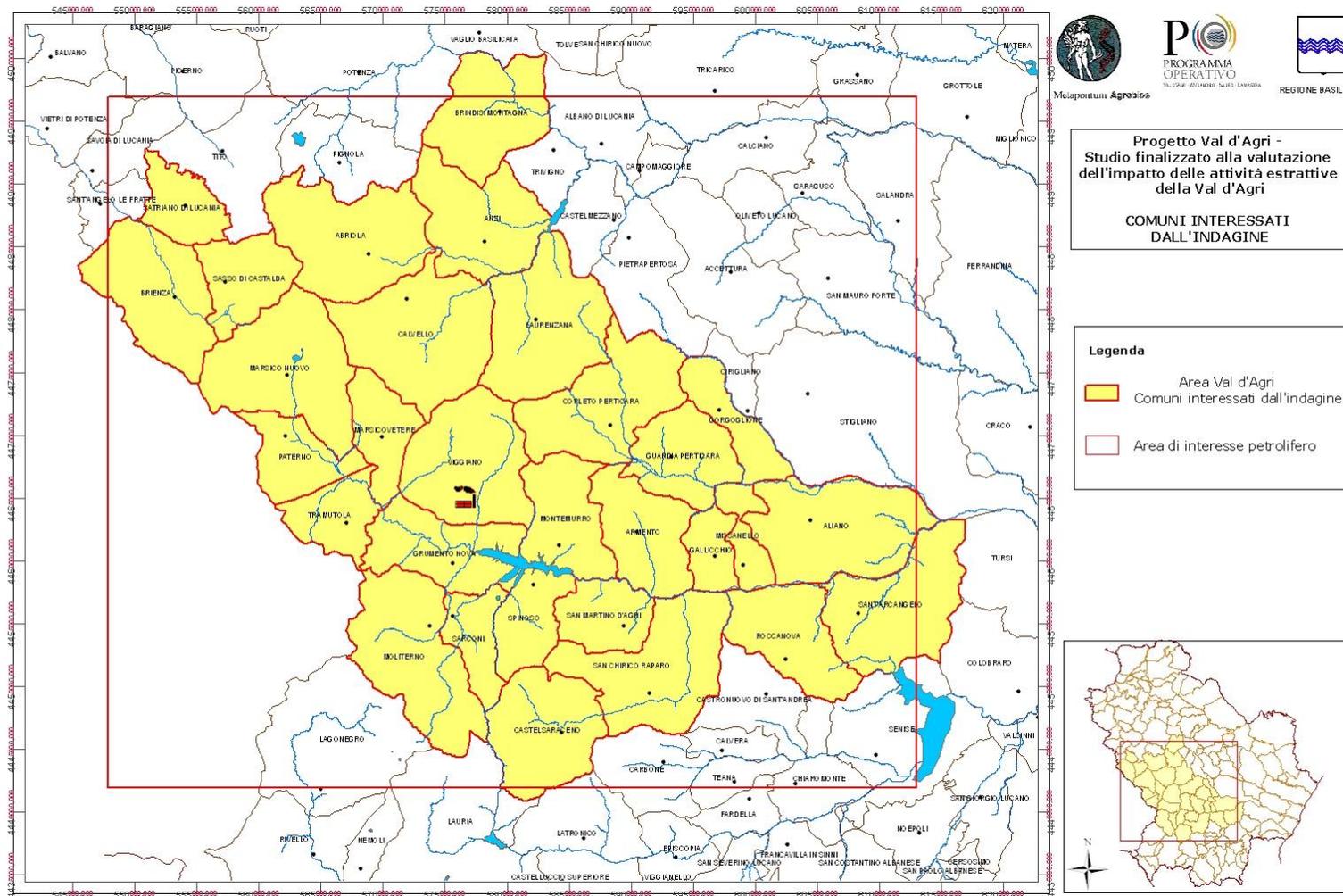
In considerazione quindi dei potenziali effetti sul contesto ambientale, la Regione Basilicata ha avviato studi e iniziative finalizzate sia alla valutazione dell'impatto sull'ambiente di tali attività antropiche che sulla salute delle popolazioni residenti nell'area.

Con D.G.R. n. 395 del 2009, la Regione Basilicata ha affidato alla Metapontum Agrobios una serie di studi e ricerche finalizzati alla valutazione di tali impatti.

L'approccio proposto dal Progetto consente di valutare il rischio di diffusione di sostanze inquinanti sia nella fase di attività che definiamo ordinaria (estrazione, trasporto e lavorazione del greggio) e sia nel caso di sversamento accidentale e quindi riconoscere i possibili bersagli.

Le aree sottoposte a controllo sono quelle che rientrano negli obiettivi previsti dal PROGRAMMA OPERATIVO VAL D'AGRI, ivi compreso l'area di competenza di Tempa Rossa e quindi del costruendo CENTRO OLII TOTAL. I dati così ottenuti verranno utilizzati come punto di zero rispetto ai quali rapportarsi in fase di avvio del processo estrattivo e di lavorazione del petrolio greggio. Si riporta di seguito una mappa che indica la porzione di territorio regionale sottoposto ad attività di studio.

## Aree oggetto di studio



## Obiettivi del progetto

Lo studio realizzato si propone come obiettivo fondamentale la definizione dello stato ambientale qualitativo rispetto al quale poter valutare fenomeni a lenta evoluzione temporale che hanno impatti più difficilmente reversibili. L'approccio proposto consente di valutare il rischio di diffusione dell'inquinante nella fase di attività che definiamo ordinaria (estrazione, trasporto e lavorazione del greggio) e nel caso di sversamento accidentale riconoscere i possibili bersagli.

Lo studio dell'impatto su matrici quali suoli e acque superficiali è stato approfondito con lo studio di matrici bersaglio quali acque sotterranee e vegetali quest'ultimi tra i più esposti in casi di incidenti che interessano le bocche pozzo.

Sono stati avviati i primi studi su matrici complesse come lo sono quelle alimentari di filiera.

Anche l'aria che riveste un ruolo fondamentale è stata indagata in forma sia diretta utilizzando sistemi strumentati che in modo indiretto attraverso la valutazione del bioaccumulo.

Tutti i tematismi sono stati implementati in ambiente GIS per consentire il trattamento dei dati con tecniche geostatistiche.

E' stato avviato uno studio specifico finalizzato alla valutazione dell'accumulo di eventuali idrocarburi o loro derivati nelle matrici vegetali autoctone.

Le attività sono state condotte per la ricerca di microinquinanti al di fuori delle centraline di biomonitoraggio, prendendo in esame alcuni campioni rappresentativi della vegetazione naturale presente nell'area in esame. I parametri ricercati sono rappresentati da IPA, PCB e metalli che in seguito a deposito atmosferico possono entrare nel ciclo biologico delle piante.

Secondo quanto previsto da progetto è stato avviato, con il supporto ed in collaborazione con ALSIA, il piano di campionamento delle matrici alimentari ad uso umano e zootecnico nelle zone interessate dalla estrazione petrolifera della Val d'Agri. Lo scopo delle attività è lo studio delle sostanze di origine petrolifera diretta (idrocarburi lineari, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti) e indiretta (PCB) eventualmente presenti nei prodotti alimentari.

## Acque superficiali e sedimenti

### Acque superficiali

La valutazione della qualità delle acque viene eseguita sulla base dei parametri chimici, chimico-fisici e biologici. Oltre alle analisi chimico-fisiche, i campioni di acqua e sedimenti sono stati sottoposti a valutazioni tossicologiche basate su saggi di tossicità che impiegano organismi appartenenti a diversi livelli trofici: infatti, poiché generalmente sono sconosciute sia la miscela delle sostanze tossiche presenti, che la loro tossicità, la valutazione tossicologica prevede una serie di test basati sia su specie animali che vegetali, in modo tale da aumentare la rappresentatività delle informazioni ottenute.

Sono state condotte, altresì, analisi microbiologiche per la determinazione di *Escherichia coli*, Coliformi Totali, Coliformi fecali, Streptococchi Fecali e Salmonella.

Al fine di valutare in maniera completa lo stato ecologico dei corsi d'acqua sono stati applicati una serie di indici quali l'indice biotico esteso IBE, l'Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F., l'Indice diatamico e la determinazione delle Macrofite.

L'IBE è un metodo di indagine ambientale che si basa sull'utilizzo di "indicatori biologici", rilevatori del grado qualitativo dell'ambiente di acqua dolce-corrente.

Questo indice consente di effettuare controlli non frequenti fornendo informazioni complementari a quelli ottenibili dalle analisi chimiche, batteriologiche ed ecotossicologiche.

**L'IBE** si basa infatti, sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici, sia sulla ricchezza in specie della comunità macrobentonica nel suo complesso.

La scelta di utilizzare come metodo di valutazione della qualità delle acque anche **I.F.F.** (ANPA, 2000), in aggiunta al consolidato **I.B.E.**, è stata suggerita dall'esigenza di valutare l'ecosistema fluviale nel suo complesso, per acquisire informazioni sulla funzionalità, intesa come risultato delle interazioni tra fattori biotici e abiotici, che lo compongono.

**L'indice diatamico** rappresenta un altro elemento biologico che concorre a definire lo stato ecologico delle acque superficiali ed è rappresentato dal fitobentos (diatomee).

Le diatomee oltre ad essere produttori primari dell'ecosistema acquatico e a trovarsi alla base della catena trofica, sono anche organismi molto sensibili all'eutrofizzazione e alla variazione di diversi parametri chimico-fisici e, pertanto, sono classificati come buoni indicatori ambientali. Mentre l'**Indice macrofitico** è una valutazione di presenza/assenza e abbondanza di un certo numero di taxa "indicatori". Nella cartografia di seguito riportata viene indicato con una diversa colorazione il livello di qualità ambientale. La valutazione dello stato di qualità delle acque superficiali è stata

condotta in riferimento al recente D.M. n.56/2009 tab. 1/A dell'Allegato1. Questo decreto fissa degli standard di qualità ambientale che possono essere dei valori medi di concentrazione su base annua (SQA-MA) o delle concentrazioni massime ammissibili per una serie di sostanze classificate come pericolose o pericolose prioritarie. In analogia con il progetto le stesse stazioni sono state utilizzate per il campionamento dei sedimenti fluviali. I risultati derivanti dall'applicazione degli indici biologici consentono, come di seguito riportato, di determinare le caratteristiche qualitative dei diversi corpi idrici studiati.

Per il Torrente Rifreddo nella stazione della sorgente del torrente Rifreddo **Va03** la buona qualità delle acque è confermata dallo stesso risultato ottenuto con l'EPI-D e I.B.E., una seconda classe per entrambe le indagini, nei campionamenti condotti negli anni 2009 e 2010.

Il giudizio di qualità espresso dal calcolo dell'Indice Biotico Esteso e dal calcolo dell'EPI-D, nella stazione codificata come **Va02**, sulla confluenza del torrente Rifreddo nella Diga del Pertusillo è risultato per entrambe le tipologie di indagini intermedia tra buona ed elevata nei due anni di indagini condotte.

Il Torrente Casale nella stazione individuata alla sorgente del torrente Casale, **Va06**, la valutazione dell'Indice Biotico Esteso ha mostrato un qualità delle acque ottima, confermata da un numero di taxa elevato e da una comunità abbastanza diversificata; la valutazione dell'Indice Diatomico ha rivelato una buona qualità delle acque. Alla confluenza del Casale nella Diga del Pertusillo, **Va05**, la valutazione dell'Indice Biotico Esteso ha mostrato una qualità delle acque ottima-buona, nell'anno 2009 e buona nell'anno 2010; la valutazione dell'Indice Diatomico ha rivelato una buona qualità delle acque nel corso dei due anni. L'indice macrofitico ha rilevato una trofia elevata nella stazione in esame.

**Il Canale depuratore zona industriale nel punto Va07 mostra che le classi di qualità ottenute con la valutazione dell'Indice Biotico Esteso e dell'Indice Diatomico differiscono tra loro, anche se di poco: la prima indagine ha rilevato un ambiente con moderati sintomi di inquinamento (Classe II-III), la seconda indagine una qualità delle acque buona (Classe II).**

Il **Torrente Alli** nella stazione ubicata **Va09**, ubicata alla Sorgente del torrente Alli, evidenzia che il risultato ottenuto con la metodica I.B.E. si differenzia con quello ottenuto con la metodica EPI-D: nel primo caso la qualità delle acque è risultata essere ottima (I Classe di qualità) in tutti i campionamenti eseguiti negli anni 2009 e 2010. La qualità delle acque è risultata buona secondo la

metodica EPI-D: il lieve disturbo ambientale è rilevato dalla comunità diatomica e non da quella dei macroinvertebrati. L'indice IBMR ha rilevato una trofia media. Alla confluenza del torrente Alli nel fiume Agri, **Va08**, e indagini sulla comunità macrobentonica hanno rilevato in Giugno e Settembre 2009 una buona qualità delle acque, in Gennaio 2010 un peggioramento (III Classe); una qualità ottima in primavera/estate 2010 una buona qualità a settembre 2010 ed una mediocre qualità a Dicembre 2010. Sia nell'anno 2009, che nel 2010, secondo la metodica EPI-D, la qualità è buona in tutti i mesi di campionamento, ad esclusione dei campioni prelevati a Settembre 2009 e Settembre 2010, in cui la qualità è mediocre. L'indice macrofitico applicato, ha rilevato una trofia elevata; **Va08** è la stazione che presenta maggiore biodiversità, cioè un numero maggiore di specie di alghe, briofite, pteridofite e fanerogame.

Il calcolo dell'Indice Biotico Esteso per il Fiume Agri, ha evidenziato, nei due anni di indagini, un'ottima qualità (1 Classe) alla sorgente dl Fiume Agri (**Va11**) che peggiora nettamente a mediocre (3 Classe) sotto Villa d'Agri, **Va10** e migliora a buona (2 Classe) verso la confluenza nella Diga del Pertusillo (**Va19** – area compresa tra Centro Olii e diga e **Va04** – confluenza in diga); l'indice diatomico ha rilevato una ottima qualità alla sorgente, una Classe II-III (buona-mediocre), in **Va10** e una qualità buona lungo il tratto del fiume verso l'immissione in Diga (**Va19** e **Va04**).

Il calcolo dell'indice macrofitico ha evidenziato una situazione di elevata trofia nella stazione di indagine **Va04**, Confluenza del fiume Agri nella Diga del Pertusillo.

L'applicazione dell'indice biotico esteso al **Torrente Camastra** ha rilevato una buona (II Classe) qualità delle acque lungo tutto il tratto indagato del torrente Camastra, che è andata peggiorando alla confluenza, **Va15**, del Camastra in Basento raggiungendo un giudizio mediocre. La metodica seguita per calcolare l'EPI-D ha attribuito una Classe II lungo tutto il tratto del torrente Camastra; è tuttavia da segnalare un peggioramento della qualità da buono a mediocre (dalla II Classe a III), alla confluenze **Va12** e **Va15**, nei mesi invernali. A luglio 2010 è stato registrato un miglioramento della qualità delle acque (da buono ad ottimo), in **Va15** e **Va21**. L'indice macrofitico ha evidenziato una trofia elevata nella stazione **Va21**, confluenza Camastra in Diga.

L'indice biotico esteso calcolato per il **Torrente Sauro** ha evidenziato un miglioramento di qualità lungo il tratto indagato del Torrente Sauro, da mediocre, III Classe, (nei mesi estivi), nell'area sotto Corleto P. (**Va18**) a buono (II Classe) nell'area industriale di Guardia P. (**Va16**).

Nella stazione **Va17**, confluenza Sauro in Agri, la comunità diatomiche indica una qualità buona nell'anno 2009 che diviene buona-mediocre in alcuni mesi dell'anno 2010. Il calcolo dell'EPI-D ha attribuito in generale una buona qualità tranne nel mese di Marzo 2010, in cui il giudizio è stato buono-mediocre alla confluenza del Sauro in Agri.

## SEDIMENTI FLUVIALI

I sedimenti rappresentano infatti una matrice molto importante per comprendere le pressioni a cui una determinata area può essere soggetta poiché sono in grado di accumulare grandi concentrazioni di contaminanti nel tempo, anche in considerazione della maggiore affinità che questa matrice possiede rispetto alla componente olefinica a causa della loro scarsa affinità con le acque.

I sedimenti si formano in seguito all'accumulo di materiale proveniente dalla disgregazione di rocce in seguito a fenomeni di erosione unitamente a materiale organico proveniente da attività metaboliche di piante o animali. Le sue componenti sono quindi fortemente legate al tipo di contesto ambientale in cui si formano, alle caratteristiche idrodinamiche e chimico-fisiche dell'ambiente acquifero di deposizione.

La ricerca degli inquinanti in questa matrice dunque è strettamente correlata al contesto in cui la matrice si forma e quindi lo stato chimico-fisico dei sedimenti rappresenta lo specchio di quello che accade nelle acque, avendo il sedimento come fattore aggiuntivo la capacità di accumulare e dare memoria storica dell'ambiente acquifero. Quando un inquinante si depona sulla superficie di un sedimento, esso può essere trasportato anche molto lontano dal luogo di origine, contestualmente la costituzione del sedimento può andare avanti con il risultato che l'inquinante rimane più a lungo ancorato alla matrice. Potrebbe verificarsi anche il fenomeno opposto, cioè l'inquinante una volta trasportato lontano dalla sua fonte potrebbe essere rilasciato nell'area circostante in seguito a cambiamenti ambientali o naturali. Il prevalere di uno dei due fenomeni dipende molto dal tipo di contaminante e dall'affinità che esso ha con la matrice. In alcuni casi è infatti consigliato analizzare sia la fase solida che la fase liquida che costituisce il sedimento (acqua interstiziale) (APAT Manuale 43/2006).

Altro fattore significativo è dato dal fatto che i sedimenti rappresentano una delle forme più significative di inquinamento diffuso (ANPA- Criteri di selezione dei parametri addizionali). Per le aree cosiddette a rischio si parla infatti di fonti di inquinamento puntuali o fonti diffuse. L'inquinamento di tipo puntuale può essere attribuito ad una parte del territorio geograficamente

definita e delimitata e la fonte di inquinamento è facilmente individuabile, ad esempio acque di scarico di un'industria. Nelle fonti diffuse, invece, definite dall'EPA NPS (NonPoint Source Pollution), la contaminazione, pur essendo circoscritta territorialmente può essere causa di inquinamento di vaste aree circostanti. I sedimenti derivando da processi erosivi possono contenere un volume maggiore di inquinante e accumulare inquinamento diffuso del territorio circostante. Parametri come Poli Cloro Bifenili (PCBs) , idrocarburi alifatici, IPA e metalli pesanti vengono spesso ricercati nei sedimenti proprio per queste ragioni. Purtroppo ancora oggi non esiste una normativa che pone dei valori limite per le sostanze prioritarie nella matrice sedimenti; per cui all'interno di questo studio il sedimento fluviale sarà trattato definendo i Livelli Chimici di Riferimento definiti da uno studio dell'APAT nel 2009 per i siti contaminati. Mentre in assenza di LCR, lo stato qualitativo dei sedimenti verrà discusso riferendoci alla tabella 1/A dell'Allegato 5 alla parte 4ª del D.Lgs.152/06 e al DM 367/03.

Si riporta di seguito tabella con indicazione delle stazioni di prelievo dei sedimenti fluviali:

Siti di indagine

<i>cod. sito</i>	<i>Descrizione sito</i>	<i>X_ED50</i>	<i>Y_ED50</i>
Va02	Confluenza Rifreddo nel Pertusillo	580703	4460223
Va03	Sorgente Rifreddo	582201	4463631
Va04	Confluenza Agri nel Pertusillo	576799	4460953
Va05	Confluenza Casale nel Pertusillo	577222	4461143
Va06	Sorgente Casale	577701	4465064
Va07	Canale depuratore zona industriale	575239	4461092
Va08	Confluenza Alli nell'Agri	569899	4464155
Va09	Sorgente Alli	575313	4467846
Va10	Agri Villa D'Agri	568512	4466085
Va11	Sorgente Agri	563279	4476739
Va12	Anzi confluenza con La Terra	579825	4482756
Va13	Confluenza Camastra in diga	582456	4485405
Va15	Confl Camastra-Basento	586642	4491775
Va16	Valle Area Ind. Guardia Peticara	592431	4466680
Va17	Confluenza Sauro-Agri	615142	4462892
Va18	Carico Corleto	589424	4472767
Va19	F. Agri - area compresa tra Centro Oli e Diga del Pertusillo	575362	4461095
Va20	T. Sauro - Area a valle del costruendo Centro Oli	581328	4467441
Va21	Camastra (sotto sbarramento diga)	585059	4489830

Con il DM 367/03 “Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152.” erano introdotti degli standard di qualità dei corpi idrici superficiali (marino-lagunari e di acque dolci superficiali) da raggiungere in due fasi, rispettivamente nel 2008 e nel 2015. Lo stesso decreto prendeva in considerazione (Tabella 2) gli standard di qualità dei sedimenti limitatamente agli ambienti di acque marino-costiere, lagune e stagni costieri e limitatamente a singoli contaminanti (metalli: As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb; tributilstagno, IPA, alcuni pesticidi, PCB, PCDD, PCDF). Questo dispositivo non contemplava pertanto la qualità dei sedimenti delle acque dolci superficiali.

Nel presente studio facciamo riferimento (**Proposta per la valutazione dello stato qualitativo dei sedimenti fluviali nel sito di interesse nazionale** dell'ISPRA del 2009) in cui vengono proposti i Livelli *Chimici di Riferimento* (LCR) non sito specifici, che, in analogia alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) per i suoli definite nella normativa vigente di settore (D.Lgs. 152/06), possano evidenziare i tratti di corso d'acqua che necessitano di specifiche indagini finalizzate alla definizione della eco-compatibilità dei sedimenti e, conseguentemente, alla eventuale individuazione di tratti di alveo da sottoporre ad intervento. I soli LCR non possono propriamente definirsi dei valori di riferimento per lo stato qualitativo di un corso d'acqua che, dovrebbe essere sempre affrontato a scala sito specifica e con metodologie appropriate. Per tale motivo è importante sottolineare che i LCR non costituiscono necessariamente i livelli cui tendere.

In base allo stato dell'arte è comune valutazione che uno strumento non sito specifico (tabellare) possa essere impiegato a livello nazionale solo come screening preliminare, e quindi di ingresso ad una procedura sito specifica che coinvolga analisi chimiche, biologiche ed un confronto con aree di riferimento (fondo) afferenti allo stesso bacino, presumibilmente rappresentative di un quadro ambientale non significativamente compromesso.

in base al grado di “scostamento” chimico-tossicologico che il singolo campione, rappresentativo di un tratto d'alveo, presenta rispetto alle condizioni di “riferimento” sito specifiche, secondo tre livelli:

- ✓ livello di attenzione “*basso*”: il campione mostra concentrazioni chimiche inferiori ai LCR, o, in alternativa, i valori chimici e di ecotossicità (per tutti e tre i test) non sono significativamente maggiori a quelli dell'area di riferimento.

- ✓ livello di attenzione “*medio*”; il campione mostra concentrazioni chimiche fino a due volte maggiori a quelle dell’area di riferimento ma con le indagini ecotossicologiche (per tutti e tre i test) che non mostrano significativi discostamenti rispetto all’area di riferimento;
- ✓ livello di attenzione “*alto*”; il campione mostra concentrazioni chimiche due volte maggiori di quelle dell’area di riferimento se pur con una tossicità inferiore a quella dell’area di riferimento oppure quando il campione mostra una ecotossicità significativamente maggiore (anche se per un solo test) a quella riscontrata nell’area di riferimento.

Il processo di assegnazione di un set di campioni di sedimento a uno dei tre livelli è così riassunto:

**Fase I.** I campioni andranno confrontati con i livelli chimici di riferimento proposti nel presente documento. Qualora i valori misurati risultino inferiori ai LCR il livello di attenzione è considerato “basso”. Viceversa, se i valori misurati risultano superiori ai livelli chimici di riferimento si dovrà passare alla Fase II.

**Fase II** Quando, a seguito dell’applicazione dei criteri descritti nella Fase I, si riconosce la necessità di attivare l’ulteriore fase conoscitiva, l’intero set di campioni (VM) sarà confrontato con i valori di fondo chimici (VF) ed ecotossicologici ( $VF_{tox}$ ) secondo quanto sopra riportato.

I campioni che risultano, inferiori o uguali ai valori dell’area di fondo (sia chimici che ecotossicologici) viene attribuito un livello di attenzione basso.

I campioni che mostrano superamenti rispetto ai valori di VF ma inferiori a  $VF_{tox}$  sono da considerarsi con un livello di attenzione “medio”. In tale caso si raccomanda un monitoraggio le cui modalità e frequenza saranno stabilite in accordo con l’ente di controllo. Ai campioni che mostrano una tossicità maggiore ( $VM_{tox} \geq VF_{tox}$ ) dell’area di riferimento è attribuito un livello di attenzione “alto”. Si sottolinea che i test ecotossicologici andranno valutati singolarmente, ovvero, laddove almeno uno dei test risulti con  $VM_{tox} \geq VF_{tox}$  il livello di attenzione per l’area sarà da considerarsi “alto”. La tabella seguente riassume le diverse fasi del processo atto a definire lo stato di contaminazione dei campioni di sedimento.

Schema riassuntivo dei processi per identificare lo stato qualitativo dei sedimenti

Fase	Confronto	Esito	Stato
I (non sito specifico)	VM↔LCR	VM≤LCR	livello di attenzione basso
	VM>LCR	Passa alla fase II	
II (sito specifico)	VM↔VF e VM <sub>(tox)</sub> ↔ VF <sub>(tox)</sub>	VM ≤ VF VM <sub>(tox)</sub> ≤ VF <sub>(tox)</sub>	livello di attenzione basso
VF < VM < 2 VF VM <sub>(tox)</sub> ≤ VF <sub>(tox)</sub>			livello di attenzione medio
VM ≥ 2 VF VM <sub>(tox)</sub> ≥ VF <sub>(tox)</sub>			livello di attenzione alto
VM ≤ VF VM <sub>(tox)</sub> ≥ VF <sub>(tox)</sub>			livello di attenzione alto
VM ≥ VF VM <sub>(tox)</sub> ≥ VF <sub>(tox)</sub>			livello di attenzione alto

Livelli chimici di riferimento per i contaminanti organici. Per confronto sono riportati i valori proposti da normative/organismi nazionali. (1) CSC per i suoli ad uso residenziale/verde pubblico e (2) ad uso industriale; (3) Standard di qualità dei sedimenti limitatamente agli ambienti di acque marino-costiere Tab. 2 DM 367/03.

Per il parametro PCB, che come noto rappresentano un classe di composti molto ampia, a causa della loro persistenza nell'ambiente costituiscono un centro di pericolo per la loro capacità di bioaccumularsi. Il confronto con i LCR evidenzia che in nessuna delle stazioni indagate c'è stato superamento e pertanto ogni sito indagato rientra nella classificazione di **Livello di Attenzione Basso**. Anche per il parametro IPA (**Idrocarburi Policiclici Aromatici**) la valutazione qualitativa del sedimento analizzato passa attraverso la determinazione del livello di attenzione che come detto è classificabile sulla base del confronto tra il valore misurato e quello LCR che per i sedimenti è variabile in funzione della molecola studiata (tab.1 allegata alla "proposta per la valutazione dello stato qualitativo dei sedimenti fluviali nel sito di interesse nazionale Fiumi Saline ed Alento" ISPRA 2009). Allo scopo si evidenzia in alcuni siti la presenza di Naftalene (Vs02, Vs07, Vs11, Vs12, Vs13, Vs15, Vs16, Vs17, Vs18, Vs20, Vs21) Fluorantene (Vs01, Vs02, Vs03, Vs05, Vs07, Vs08, Vs09, Vs10, Vs18, Vs20), Antracene (Vs02, Vs03, Vs05, Vs07, Vs08, Vs09, Vs10, Vs11, Vs18, Vs21) in concentrazione superiore al Livello Chimico di Riferimento. Presenza di Benzo[k]fluorantene (Vs07, Vs10, Vs11) Benzo[a]pirene (Vs09, Vs10, Vs16, Vs21), Benzo[b]fluorantene (Vs02, Vs07, Vs08, Vs10, Vs16) e Benzo[g,h,i]perilene (Vs10) in concentrazione superiore al LCR. Applicando invece i limiti previsti dal D.Lgs 152/06 sia colonna A che B che sono mediamente 1000 volte superiori a quelli dei LCR, ovvero suoli ad uso verde pubblico e suoli ad uso industriale, le concentrazioni calcolate risultano essere sempre di molto

inferiori a quelle della normativa. Lo studio della distribuzione della concentrazione dei metalli, con particolare riferimento a quelli tossici, riveste importanza fondamentale per la valutazione dello stato qualitativo di questo comparto ambientale. Anche per i metalli tossici (Arsenico, Cadmio, Cromo Totale, CromoVI, Mercurio, Nichel e Piombo) è stata confrontata la concentrazione determinata sperimentalmente con il valore di LCR. In assenza di LCR ci siamo riferiti ai limiti previsti dal D.lgs 152/06 tabella 1 allegato 5 sia colonna A che B.

I risultati ottenuti evidenziano che la concentrazione di Arsenico è sempre inferiore al LCR. Tuttavia, si riscontra sempre un valore mediamente più alto (circa 10 mg/kg) nei campioni prelevati alla sorgente del fiume Agri. Il Mercurio non ha mai superato il limite di rilevabilità di 0,1 mg/Kg. anche per questo elemento il confronto con il LCR evidenzia che tutti i siti possono essere annoverati tra quelli a livello di attenzione basso. Situazione identica si riscontra per il Cromo VI la cui concentrazione risulta essere sempre inferiore a 5 mg/kg che rappresenta il valore di LCR per tale elemento. Il Cromo totale e il Nichel hanno evidenziato, sino a quando è stato possibile l'accesso alla diga (stazione Vs14), valori di concentrazione che superano il valore di LCR e quindi classificabile come Livello di attenzione medio anche in considerazione del fatto che i test ecotossicologici sono sempre risultati negativi.

Il Piombo si presenta in concentrazione sempre inferiore al LCR in tutti i siti sottoposti a studio.

L'ordine di grandezza delle concentrazioni misurate di Boro, Bario, Ferro e Manganese resta invariato in ciascun sito di indagine ed è confrontabile con i dati pregressi. Il Berillio mostra modesti ed occasionali superamenti del limite nei siti Vs07 (Canale Depuratore zona industriale) e Vs9 (Sorgente Alli); più frequenti nel sito Vs11 (Sorgente Agri). Si tratta comunque di concentrazioni non lontane da quelle misurate nei suoli non inquinati della zona. Gli studi condotti per valutare il grado di contaminazione da idrocarburi lineari dimostrano che le concentrazioni di tali sostanze risultano essere sempre inferiori a quelli indicati dalla normativa di riferimento D.lgs 152/06 tabella 1 allegato 5.

Nelle indagini svolte per la ricerca degli idrocarburi aromatici e alogenati sul materiale sedimentario del torrente Sauro e del Camastra non abbiamo registrato fenomeni di deposizione di queste sostanze.

Nel novero dei siti in cui vi è stato un decadimento della qualità dei sedimenti ricadono infine il :

- **Vs11 (sorgente Agri)** in cui per due volte sono stati riscontrati il bromoformio e il toluene e per ben tre volte sono stati riscontrati gli xileni.
- **Vs19 (F. Agri - area compresa tra Centro Oli e Diga del Pertusillo)** in cui in un campionamento ciascuno sono stati trovati il toluene e l'1,2-dicloroetilene.

- **Vs07 (Canale depuratore zona industriale)** in cui in un campionamento sono stati trovati contemporaneamente stirene, xileni, n-propilbenzene in tracce e il 4-isopropiltoluene in quantità almeno cento volte superiori ai valori di fondo ambientali. Questa sostanza, che è un tipico sottoprodotto della depurazione delle acque, è tossico per gli organismi acquatici e può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- **Vs08 (Confluenza Ali nell'Agri)** in cui in un caso è stato trovato il toluene.
- **Vs02 (Confluenza Rifreddo nel Pertusillo)** in cui in un caso è stato trovato il cloroformio.

Analogamente nelle stesse stazioni di campionamento sono state condotti studi per l'individuazione delle seguenti classi di molecole

- Policlorodibenzo-para-diossine (diossine)
- Policlorodibenzofurani (furani)
- Polibromodifenileteri (pbde)

In nessuno dei campioni analizzati è stata trovata presenza di diossine e furani pertanto il livello di attenzione classificabile secondo quanto sopra definito è da considerarsi basso (VM>LCR). Per quanto concerne i PBDE la loro presenza nell'ambiente è legata a:

- impiego dei PBDE come ritardanti di fiamma;
- incenerimento dei rifiuti e smaltimento in discarica;
- accumulo nei fanghi degli impianti di depurazione;
- volatilizzazione dei composti nell'aria intorno alle fabbriche di componenti elettriche o elettroniche;
- cessione dai prodotti nel loro ciclo di vita (i PBDE non sono in genere legati ma dispersi negli altri prodotti da cui possono essere rilasciati).

Le analisi sono state condotte impiegando la metodica ufficiale EPA Method 1614 opportunamente adattata alla strumentazione in nostro possesso.

Sono stati riscontrati i PBDE principalmente nelle seguenti stazioni: Vs4 (Confluenza Agri nel Pertusillo), Vs7 (Canale depuratore zona industriale), Vs15 (Confl Camastra-Basento) e Vs20 (T. Sauro - Area a valle del costruendo C. Oli).

In mancanza di una legge che fissi un limite massimo consentito e considerando l'esiguità degli studi di settore su queste molecole attualmente non è possibile stilare un giudizio sulla loro pericolosità a questi livelli di concentrazione (generalmente riscontrati in parti per trilione (ppt) o ng/l) per l'ambiente fluviale.

Su tale matrice sono stati condotti anche test eco tossicologici mediante l'applicazione di saggi con *Vibrio fischeri* e *Daphnia magna*, anche il saggio di fitotossicità (germinazione ed allungamento radicale) con i semi di *Lactuca sativa*. Il Test *Daphnia magna* sugli elutriati dei sedimenti non ha mai evidenziato una immobilizzazione tale da poter determinare l'EC50. In questo caso i risultati confermano un maggiore stress per gli individui a contatto principalmente con i campioni prelevati nei siti:

- ✓ del fiume Agri a livello della confluenza con la diga del Pertusillo (Vs04);
- ✓ del canale del depuratore dell'area industriale (Vs07);
- ✓ del torrente Casale a livello della sorgente (Vs06) e della confluenza (Vs05)
- ✓ del torrente Sauro a valle del Centro oli in costruzione (Vs20)

Il test *Vibrio fischeri* applicato agli elutriati dei sedimenti ha evidenziato un maggiore stress per gli individui a contatto con i campioni prelevati nei siti:

- ✓ fiume Agri a livello del sito Va10 (Agri intermedio) e Va19 (fiume Agri-area compresa tra Centro Oli e diga del Pertusillo);
- ✓ del canale del depuratore dell'area industriale (Va07);
- ✓ la fiamara di Corleto, nell'area di carico (Va18);
- ✓ lungo il torrente Sauro a livello della valle industriale di Guardia Perticara (Va16);
- ✓ a livello della sorgente (Va06) e della confluenza (Va05) del torrente Casale,
- ✓ a livello della confluenza Alli nell'Agri (Va08)
- ✓ a livello della sorgente Alli (Va09)

I test di fitotossicità condotti con *Lactuca sativa* sugli elutriati dei sedimenti hanno evidenziato fenomeni di inibizione dell'accrescimento radicale tra il 20% ed il 25% nei siti:

- ✓ dell'Agri intermedio (Vs10);
- ✓ del Sauro, a livello della confluenza dell'Agri (Vs17);

- ✓ dell'Anzi alla confluenza con La Terra (Vs12);
- ✓ della diga del Pertusillo (Vs01)

Lo stesso test ha dato, invece, valori di biostimolazione (%IG>120) in particolare nei siti di indagine del:

- ✓ Casale (Vs05 e Vs06),
- ✓ dell'Alli alla confluenza con l'Agri (Vs08),
- ✓ del Camastra a livello della confluenza e dello sbarramento in diga (Vs14 e Vs13)
- ✓ della confluenza nel Basento (Vs15)
- ✓ Anzi confluenza con la Terra (Vs12)
- ✓ torrente Rifreddo che confluisce nel Pertusillo (Vs02)
- ✓ canale depuratore zona industriale (Vs07)

Anche questo test conferma una maggiore compromissione delle condizioni ambientali dei suddetti punti.

## ACQUE SOTTERRANEE

Secondo la definizione del D.Lgs. 152/06 le acque sotterranee sono “tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo”.

Per la caratterizzazione delle acque sotterranee è stato preso in esame tutto il comprensorio interessato dalle estrazioni petrolifere ed, in particolare, buona parte dei siti di indagine sono ubicati nell'area industriale di Viggiano. Nello studio previsto si è proceduto alla caratterizzazione qualitativa delle acque di falda che insistono nell'intero comprensorio petrolifero Sauro-Camasta e Val D'Agri e nell'area industriale di Viggiano. Tale studio è stato eseguito campionando e analizzando le acque provenienti da pozzi, sorgenti e piezometri quest'ultimi in gran parte ubicati nell'area industriale di Viaggiano. Secondo la definizione del D.Lgs. 152/06 le acque sotterranee sono “tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo”. Le acque sotterranee rappresentano la più importante risorsa idrica potabile per l'uomo, esse sono infatti le acque più pure dal punto di vista microbiologico e le meno contaminate. Per la sua stessa natura, però, questa matrice è in

genere soggetta a tempi di ricambio molto lunghi, rispetto per esempio ad acque superficiali, e può dunque consentire l'accumulo di taluni inquinanti.

Quando si affronta lo studio delle acque sotterranee bisogna selezionare con criterio gli inquinanti organici ed inorganici da analizzare tenendo conto delle condizioni dell'acquifero e della sua vulnerabilità, dell'uso del suolo che circonda la zona e naturalmente delle attività antropiche caratteristiche del territorio. A causa della pressione industriale della zona oggetto di indagine talune sostanze inquinanti contenuti nelle acque di scarico possono infiltrarsi nella falde acquifere e causarne la contaminazione. Di conseguenza è di fondamentale importanza la ricerca del parametro idrocarburi nella zona della Val D'Agri le cui pressioni ambientali sono rappresentate soprattutto dalle estrazioni petrolifere e l'attività del Centro Oli. Il D.Lgs. 152/06 si pone come obiettivo il raggiungimento di uno stato ambientale buono attraverso l'ottenimento di un buono stato chimico ottenuto non superando le concentrazioni soglia previste per gli inquinanti indicati nella Tabella 2 dell'Allegato 5 alla parte 4<sup>a</sup>. Nel più recente D.Lgs. 30 del 16 marzo 2009 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento" vengono approfonditi alcuni aspetti. Tra i criteri per valutare lo stato chimico delle acque sotterranee, per esempio, le regioni devono adottare gli standard di qualità ambientale ed i valori soglia indicati nelle tabelle 2 e 3 della Parte A dell'Allegato 3. In queste tabelle vengono distinti i valori soglia e i valori soglia di interazione con le acque superficiali, in questo modo si tiene conto della protezione del corpo idrico sotterraneo in relazione al rapporto con il resto dell'ecosistema. Per molti parametri, inoltre, vengono fornite indicazioni precise che permetteranno di ottenere alla fine dei dati chiari e uniformi; ad esempio per i PCB vengono indicati i congeneri di cui tener conto nel calcolo della sommatoria. Per la caratterizzazione delle acque sotterranee è stato preso in esame tutto in comprensorio interessato dalle estrazioni petrolifere.

**Idrocarburi totali e IPA** Nelle acque sotterranee, come indicato anche per le acque superficiali, è stato determinato il parametro idrocarburi totali, inteso come la somma di tutti i composti lineari, ramificati e ciclici con un numero di atomi di carbonio compreso fra 10 e 40.

Il comportamento di una miscela di questo tipo in acqua varia in funzione della solubilità e della densità dei vari componenti, infatti soltanto gli idrocarburi più leggeri sono solubili e in generale la presenza di un'elevata quantità di idrocarburi in falda si presenta con una fase idrocarbureca separata da quella acquosa. Bisogna anche tener conto che nell' Art. 7 del D.Lgs. 30 del 16 marzo 2009, tra le misure per prevenire o limitare le immissioni di inquinanti nelle acque

sotterranee al comma 6 è previsto “in deroga al comma 1, per i giacimenti a terra, le regioni possono autorizzare lo scarico di acque risultanti dall'estrazione di idrocarburi nelle unità geologiche profonde da cui gli stessi idrocarburi sono stati estratti ovvero in unità dotate delle stesse caratteristiche che contengano, o abbiano contenuto, idrocarburi, indicando le modalità dello scarico. Lo scarico non deve contenere altre acque di scarico o altre sostanze pericolose diverse, per qualità e quantità, da quelle derivanti dalla separazione degli idrocarburi. Le relative autorizzazioni sono rilasciate con la prescrizione delle precauzioni tecniche necessarie a garantire che le acque di scarico non possano raggiungere altri sistemi idrici o nuocere ad altri ecosistemi.” Se questo dovesse essere attuato, bisogna dunque anche effettuare un adeguato monitoraggio in modo da prevenire ogni eventuale problema in caso di mancata corretta osservazione di tale comma. Le indagini sinora eseguite non hanno, in nessuno dei casi studiati, evidenziato contaminazione associabile ai parametri idrocarburi totali. La concentrazione di singoli IPA e la relativa sommatoria di quelli maggiormente tossici (Benzo[b] fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo [g,h,i] perilene e Indeno [1,2,3-c,d] pirene) risulta essere sempre di molto inferiore a quella della tabella 2 allegato 5 Dlgs 152/06.

**Metalli Pesanti** Lo studio dei metalli tossici nelle acque sotterranee prende come riferimento i limiti normativi dell'allegato 5 tab2 al d.lgs 152/06. Allo scopo si evidenzia che nel biennio 2009 - 2010 il Mercurio non ha mai superato il limite di rilevabilità di 0,10 µg/L; anche Berillio, Tallio ed Argento, salvo casi rarissimi e di entità trascurabile, non sono rilevabili. Nessun superamento dei limiti normativi per Arsenico, Cadmio, Rame, Nichel, Antimonio, Selenio, Cobalto, Cromo totale ed esavalente. Il Manganese, in linea con quanto si determina in altri siti regionali.

**Idrocarburi Aromatici e Alogenati volatili** Per caratterizzare qualitativamente l'acqua di falda del comprensorio della Val d'Agri il campionamento è stato condotto da pozzi artesiani e sorgenti ubicate in terreni a preminente vocazione agricola e da piezometri installati nella zona industriale di Viggiano. Le indagini condotte hanno evidenziato in alcuni piezometri presenza di cloroformio in concentrazione maggiore rispetto al valore di CSC pari a 0.15 µg/l nel piezometro Vf75 e poco sotto al limite nel piezometro Vf73, il bromodichlorometano nel piezometro Vf75 pari a circa il doppio del valore limite di 0.17 µg/l e l'1,2-dicloropropano che è sopra la concentrazione soglia di contaminazione (CSC) nel Vf78.

## SUOLI

Il suolo viene definito come lo strato superiore della crosta terrestre formato da minerali, materiale organico, acqua, aria e organismi viventi. Esso rappresenta la parte di interazione dinamica tra l'atmosfera, la litosfera, l'idrosfera e la biosfera. Il termine sottosuolo indica invece la porzione di terreno posta al di sotto dello strato direttamente interessato dai processi di pedogenesi. Non sempre è possibile individuare un limite netto tra suolo e sottosuolo e spesso ci riferisce al complesso dei due (Apat 43/2006). Per definire i criteri di indagine chimica di un suolo è importante conoscere l'uso, attuale e pregresso, del sito da indagare, ciò permette di effettuare la giusta scelta sui contaminati da ricercare. Altro punto importante è la scelta della profondità di campionamento poiché in funzione della geologia del suolo si possono riscontrare differenti concentrazioni dello stesso contaminante lungo la verticale. Per esempio se vi è presenza di strati impermeabili il contaminante si accumulerà al di sopra di questo strato, invece se vi è presenza di cavità sotterranee, l'accumulo di contaminanti avverrà in queste zone. Il territorio da noi indagato è interessato dalla presenza di pozzi di estrazione petrolifera. I giacimenti di petrolio su terraferma possono provocare gravi danni all'ambiente; si sono avuti in passato fenomeni di fuoriuscite nocive dovute, nella maggior parte dei casi, alla cattiva progettazione, gestione e manutenzione degli impianti che trasportano il greggio sulla terra ferma. Nell'Ecuador, ad esempio, il grave e diffuso inquinamento del suolo e dei corpi idrici di alcune zone è causato soprattutto da improvvise 'eruzioni' di petrolio dai pozzi durante le operazioni di trivellazione, dalla dispersione abusiva del petrolio meno pregiato e dal cattivo funzionamento dei sistemi per la separazione del petrolio dall'acqua. La matrice suolo, dunque, nella zona della Val D'Agri, soggetta ad attività di estrazione petrolifera, rappresenta il primo recettore di inquinamento, soprattutto per il parametro idrocarburi strettamente correlato a tale attività.

Lo studio è stato effettuato con un totale di 200 campioni per ogni campagna annuale, prelevati nei primi 100cm dello strato superficiale nelle zone di maggiore impatto, cioè le postazioni di estrazione petrolifere e l'area industriale di Viggiano. I limiti di riferimento legislativi sono quelli indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte 4a del D.Lgs.152/06 relativa ai suoli ad uso verde pubblico.

**Poli Cloro Bifenili, Idrocarburi con C>12 e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** Il problema dei PCB nei suoli è analogo a quello descritto nel caso dei sedimenti. Il parametro PCB non è tanto legato alle attività industriali di tipo petrolifero quanto ad un inquinamento diffuso di

queste molecole fortemente persistenti nell'ambiente. La matrice suolo rappresenta uno dei primi recettori di questo inquinante, soprattutto in prossimità di discariche abusive con rifiuti pericolosi o per dismissione di materiali ancora contenenti miscele di Aroclor. Le indagini condotte fino ad oggi non hanno rilevato la presenza di questo inquinante. Il parametro idrocarburi è considerato l'indicatore principale della contaminazione di origine petrolifera legata alle attività di estrazione, raffinazione e distribuzione del greggio. Ciascuna miscela di idrocarburi è composta da un numero variabile di sostanze che possono avere caratteristiche chimico-fisiche diverse. Gli idrocarburi più leggeri sono molto volatili e facilmente biodegradati, quindi è più difficile ritrovarli nei suoli, mentre altri componenti più pesanti possono percorrere la matrice con tempi diversi e possono essere ritrovati nel suolo. Se si analizza il suolo lungo un profilo verticale la miscela potrebbe avere una composizione differente in funzione dell'interazione che questa ha avuto con la matrice (Apat, 43/2006). I campioni sottoposti ad analisi non hanno evidenziato fenomeni di contaminazione con presenza di concentrazioni di tali contaminanti sempre sotto i limiti normativi. I risultati delle indagini condotte per valutare il grado di contaminazione da IPA con riferimento alle molecole con valore di  $\log K_{ow} > 3.5$  in quanto potenzialmente pericolosi per l'ambiente, evidenziano che in nessuno dei campioni analizzati si riscontrano superamenti, per le singole molecole, del limite di cui alla tabella 1, allegato 5 al D.Lgs 152/06.

**Metalli Pesanti** L'indagine finalizzata alla determinazione del tenore dei metalli pesanti sinora condotta non ha evidenziato fenomeni di contaminazione riconducibili ad attività estrattive (D.lgs 152/06, allegato 5 tab.1). In tutti i siti di studio il Cromo esavalente ed il Mercurio raramente superano il limite di rilevabilità. Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Rame, Nichel, Piombo, Antimonio e Selenio non superano il valore previsto dal Decreto in nessuna delle aree di studio. Il Vanadio mostra modesti superamenti del limite che si riscontrano costantemente nel comune di Corleto (siti FINA SITE/s4-s5-s7-s8 e PERTICARA1/s4-s7-s8) e Viggiano (siti CALDAROSA1/s4-s5-s7-sE-s10 e ME10-MEW1-ALLI4/s1-s2-s10-s11). Gli occasionali superamenti osservati nel corso del 2009 per il Tallio, nel comune di Viggiano, nei siti denominati COT26-41-43-44-52-54 non si sono ripresentati nel 2010. Modesti superamenti per il Cobalto si verificano nel comune di Calvello (siti CF3/s1-s2-s7-s8) e, con andamento assai costante, nel comune di Marsico Nuovo (siti Agri 1/s1-s4-s7-s10) e Viggiano (siti ME10-MEW1-ALLI4/s1-s2-s10-s11). Lo Zinco, nel comune di Viggiano, unicamente nei siti ME10-MEW1-ALLI4/s1-s2-s10-s11 mostra valori medi più elevati (190 mg/Kg) del 2009 e 2008, superando il limite A per uso verde pubblico, privato e residenziale che è di 150 mg/Kg. Il Berillio mostra costantemente valori vicini o superiori al limite, spesso in buon accordo col valore trovato nel 2009. E' utile osservare tuttavia che questo elemento non è mai rilevabile nelle acque sotterranee dell'intera area

di studio. Tra gli elementi non inclusi nel D.Lgs 152/2006, Boro, Ferro e Manganese mostrano valori medi con lo stesso ordine di grandezza ottenuto nel 2009 e 2008. L'Alluminio ed il Bario appaiono più dispersi. Concentrazioni di Bario superiori alla media riscontrati nel 2009 e 2008 (quest'ultimo non ottenuto col carotaggio fino ad 1 metro di profondità) nei siti TEMPA ROSSA1/s7 e s8) del comune di Corleto, non sono state trovate nel 2010.

### **Diossine, Furani e Idrocarburi Aromatici e Alogenati Volatili – Clorobenzeni**

Gli idrocarburi alogenati e i clorobenzeni non sono strettamente legati alle attività di estrazione come componenti del greggio, ma hanno svariati usi, in primis come solventi e agenti sgrassanti. Le indagini condotte sui terreni dove sono ubicati i pozzi petroliferi hanno quindi l'obiettivo di verificare se vi sono state condotte delle pratiche che possano aver contaminato la matrice suolo e sottosuolo.

Nel 2010 si è riscontrata la presenza del solo cloroformio nell'area LPT di Calvello in quantità abbondantemente inferiori alla quantità massima individuata dal D.Lgs. 152/06 (tabella 1 colonna b all.5 parte quarta).

Gli idrocarburi aromatici sono invece delle molecole che possono ritrovarsi laddove avvengono delle estrazioni avendo come possibili fonti: miscele lubrificanti, oli, combustibili, miscele impiegate come solventi, fluidi di perforazione.

Durante la nostra attività di indagine sul suolo e sottosuolo fino a 1m di profondità sono state riscontrate tracce (quindi ben lontane dai limiti di legge):

- di etilbenzene, toluene, xilene sul pozzo CF1-CF6 di Calvello
- di toluene sul CMW2 di Montemurro
- di 4-isopropiltoluene sul punto cms1/s10 posto nel comune di Viggiano
- di benzene, toluene, etilbenzene, xileni, n-butylbenzene, sec-butylbenzene e 1,2,4-trimetilbenzene nell'area LPT di Calvello.

Gli studi sinora condotti consentono di escludere contaminazione da diossine e furani.

**Test eco tossicologici** Sui campioni di terreni prelevati nelle vicinanze dei pozzi è stato condotto uno studio per valutare eventuali fenomeni di tossicità derivanti da fenomeni di contaminazione da sostanze esogene. In particolare sono stati condotti test di tossicità acuta con il batterio bioluminescente *Vibrio fischeri*, test di tossicità acuta con il crostaceo *Daphnia magna*, test di fitotossicità con *Lactuca sativa*. I risultati ottenuti non hanno evidenziato fenomeni di tossicità.

## ARIA

Uno dei tasselli fondamentali nello studio dell'impatto delle attività estrattive è rappresentato dalla valutazione della qualità dell'aria. Al fine di valutare l'impatto e conoscere le ricadute delle attività petrolifere come ulteriore tassello dello studio che viene condotto sulle diverse matrici ambientali sono stati realizzati sistemi complessi di misura della composizione dell'aria ambiente sia in forma diretta mediante l'installazione di sistemi di misura in real time che basate sulla misura degli effetti manifestati da particolari organismi viventi sensibili alle variazioni ambientali.

### *Biomonitoraggio*

Il biomonitoraggio dell'atmosfera è stato eseguito attraverso il controllo di specie vegetali cresciute in condizioni controllate. Sono stati eseguiti, per il controllo dei fenomeni di accumulo legati alla catena trofica i test di ecotossicologia in laboratorio e analisi su organismi esposti in situ in stazioni di biomonitoraggio. Al fine di valutare le variazioni ecologiche, morfologiche o strutturali indotte dagli inquinanti su specifici organismi, è stata installata una rete di centraline di biomonitoraggio (44 stazioni distribuite sia nei centri urbani del comprensorio sia in aree di particolare pregio ambientale), per verificare la diffusione degli inquinanti anche attraverso il possibile bioaccumulo di sostanze tossiche in specie vegetali coltivate nella zona. La base di controllo è costituita da cultivation sets, cresciute in condizioni controllate campionate periodicamente e comprendono indicativamente le specie botaniche di seguito elencate:

- √ *Licheni epiantici* (per la ricerca dei metalli presenti nell'aria)/muschi
- √ *Lemna* (per la ricerca dei metalli depositati sull'acqua e bioaccumulati dall'organismo)
- √ *Tarassaco* (per la ricerca dei metalli depositati sul suolo e bioaccumulati dall'organismo)
- √ *Pinus silvestris o Pinus pinea* (per verificare il bioaccumulo di Idrocarburi Policiclici Aromatici [IPA] presenti nell'aria);
- √ *Populus nigra* (prelievo di foglie da sottoporre all'analisi come il pino);
- √ *Brassica* (per la ricerca di Idrocarburi Policiclici Aromatici [IPA] depositati sul suolo e bioaccumulati dall'organismo)
- √ *Terreno nudo esposto* (per l'analisi ecotossicologica e analisi di tipo chimico)

Tutti gli organismi vengono sottoposti ad un'analisi chimica e tossicologica prima di ogni impianto al fine di poter definire un punto di riferimento per i risultati di bioaccumulo.

Prima dell'espianto dei licheni, in particolare, è stato condotto uno studio di caratterizzazione di alcune aree di prelievo, oltre che uno studio sulle specie maggiormente indicate nel bioaccumulo.

Il punto zero o bianco di partenza è stato un'espianco delle specie *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata* e *Pertusaria flavida* prelevati in aree campione.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi chimiche, è stata effettuata un'elaborazione statistica dei dati raccolti, relativi alla misurazione dei livelli di concentrazione degli elementi chimici indicati nel progetto di monitoraggio: Arsenico (As), Boro (B), Bario (Ba), Berillio (Be), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo totale Cr(tot.), Rame (Cu), Mercurio (Hg), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Tallio (Tl), Vanadio (V), Zinco (Zn), Cromo (Cr-VI), Ferro (Fe), Manganese (Mn), Sb (Antimonio), (Selenio) Se, Stagno (Sn).

Al fine di ottimizzare il lavoro si è scelto di utilizzare, per ogni tipologia di indagine, lo strumento statistico più appropriato. Le elaborazioni statistiche sono state effettuate con il software open source R. L'analisi statistica è stata sviluppata effettuando, prima una serie di controlli per verificare l'attendibilità dei dati a disposizione, successivamente è stata calcolata una serie di parametri propri della statistica descrittiva: numero della popolazione (n), media (mean), deviazione standard (d), mediana (median), media troncata (trimmed), deviazione assoluta della mediana (mad), valore minimo (min), valore massimo (max), range, indice di simmetria di Skew (Skew), indice di curtosi (Kurtosis), errore standard (se). Sono stati determinati tali parametri in quanto permettono di individuare la forma distributiva dei valori di concentrazione degli elementi chimici nei diversi campionamenti e nelle diverse matrici. Per confrontare i dati misurati con scale diverse e confrontare i valori presi in esame annullando gli effetti delle varie scale di misura, i dati sono stati usati standardizzando le variabili oggetto.

I test condotti mostrano che non vi sono differenze significative per la maggior parte degli elementi (As, B, Be, Cd, Cu, V, Fe, Mn e Se).

Per spiegare la differenza significativa tra diversi campionamenti per gli altri elementi si è fatto riferimento ai box-plot e ai valori della statistica descrittiva.

Per il Ba la differenza è causata dal valore più estremo del secondo campionamento (Vcb14). Per Co, Cr e Ni i valori del primo campionamento sono generalmente più alti rispetto al secondo; tale differenza è confermata anche dai valori di media e mediana più elevati nel primo rispetto al secondo gruppo. Per il Pb la media del primo campionamento è maggiore della media del secondo: tale differenza è dovuta principalmente ai valori di Vcb19 e Vcb38. Tuttavia, la mediana è superiore nel secondo campionamento, indicando che i valori di questo gruppo sono generalmente superiori.

I valori di Zn e Sb del secondo gruppo sono più elevati rispetto al primo. Nei box-plot è stato fatto anche il confronto con i cinque valori di bianco disponibili. Si può notare come i valori dei due addirittura inferiori, ad ipotizzare più un processo di dilavamento che di accumulo dei

metalli. Vi sono, tuttavia, dei punti singoli all'interno dei campionamenti che sono molto elevati rispetto al resto del data-set, punti la cui definizione andrebbe meglio indagata, in quanto potrebbero essere degli outliers dovuti tanto a problemi inerenti le modalità intrinseche del campionamento e/o dell'analisi quanto a reali casi di inquinamento la cui fonte andrebbe accertata.

**Piante vascolari** Le piante vascolari più utilizzate per il bioaccumulo sono le conifere e in special modo i pini. Mediante gli aghi di pino (*Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinea* Fig. 3a) vengono monitorati su scala nazionale o sovranazionale inquinanti come gli elementi in traccia, il DDT, i policlorobifenili (PCB), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) Infatti, da quanto desunto dalla letteratura scientifica (ARPAF ed ARPAVdA), gli aghi di pino rappresentano gli organismi più utilizzati per studi metodologici ed applicati di bioaccumulo di IPA nel lungo periodo, per motivi di elevata tolleranza agli inquinanti in esame, di notevole capacità di accumulo e per la peculiare fisiologia e morfologia dell'ago.

In Europa sono stati anche utilizzate alcune specie di quercia, faggio, olivo, tiglio, ippocastano, platano, robinia, ailanto, sambuco e melo. Il pioppo (*Populus nigra* L. var. *italica* Duroi) diffuso in tutti i continenti e poiché si riproduce per via agamica è caratterizzato da grande uniformità genetica, ha ricevuto una attenzione particolare. Nell'ultimo decennio Wagner (1993) ha standardizzato i protocolli di campionamento e analisi del materiale per questa specie. La *Brassica oleracea* o Cavolo riccio è un organismo da tempo utilizzato sia come bioaccumulatore che bioindicatore. È un bioindicatore in presenza di miscele di SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> che determinano comparsa di ingiallimento, lesioni fogliari e prematura senescenza delle foglie. Anche in presenza di NH<sub>3</sub> è evidente il rapido collasso dei tessuti spesso associato a perdita di clorofilla. Le aree necrotiche assumono un colore che va dal bianco-avorio al porpora e riguardano i fasci innervati e/o i margini della foglia. È un bioaccumulatore in presenza di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) che si accumulano nelle foglie cerosi e nel fusto di questa piante.

Per l'accumulo di rame, zinco, piombo e cadmio è stata utilizzata la pianta acquatica tossico-tollerante, spermatofita *Lemna minor* L. che da letteratura risulta molto efficace per tale scopo (Vermaat *et al.*, 1998; Migliore *et al.*, 2001). Si tratta di una specie cosmopolita, una piccola macrofita natante tipica delle acque stagnanti o a lento scorrimento. *Lemna minor* L. è una monocotiledone acquatica appartenente alla classe delle *Anthophyta*. Le *Lemnaceae* sono vegetali che nascono e vegetano alla superficie delle acque stagnanti e sono conosciuti sotto il nome volgare di Lenticchia d'acqua. Dovendo lavorare con variabili regionalizzate, ovvero, variabili aleatorie che hanno una posizione fissa nello spazio, le cui matrici vegetali spesso sono soggette a

pressioni di agenti biotici ed abiotici lo studio è stato approcciato, per ora, mediante la semplice indagine delle statistiche descrittive sulla concentrazione degli elementi chimici presenti nelle matrici delle piante vascolari (biomonitors) nei primi due campionamenti e nelle diverse stazioni di monitoraggio. I risultati ottenuti sono divisi per elemento monitorato, per matrice e per ciclo di campionamento, con lo scopo di porre le basi per uno studio del trend storico dei dati.

**Terreno esposto** Il suolo è un componente fondamentale per la vita degli ecosistemi, naturali ed artificiali ed in essi svolge molte importanti funzioni.

Le ricerche condotte negli ultimi decenni vanno progressivamente indicando che l'inquinamento del suolo ha un rilievo sanitario ed ambientale non trascurabile e comparabile con quello dell'atmosfera e delle acque. I principali effetti dell'inquinamento del suolo sono i seguenti:1) **alterazione dell'ecosistema suolo**, per modificazioni della componente abiotica (pH, struttura del suolo, composizione chimica) e della componente biotica (microrganismi e pedofauna). Le conseguenze dell'alterazione dell'ecosistema sono fondamentalmente di tre tipi:

- perdita di biodiversità,

- riduzione della fertilità,

- riduzione del potere auto-depurante;

2) **contaminazione globale** dovuta all'immissione nel suolo di sostanze tossiche e persistenti, che possono entrare nelle catene alimentari e dare origine a fenomeni di bioaccumulo;

3) **trasferimento dell'inquinamento** dovuto a sostanze tossiche del suolo, alle falde acquifere, con evidenti rischi per la salute umana.

Al fine di monitorare anche la catena di detrito, campioni di suolo pre-caratterizzato dal punto di vista chimico e strutturale vengono posti nelle biocentraline e lasciati bioaccumulare per 4 mesi in situ. Gli studi sinora condotti non hanno evidenziato fenomeni di alterazione di tale matrice.

**Bioaccumulo di Idrocarburi Policiclici Aromatici [IPA]** Si riportano i risultati dello studio di monitoraggio ambientale sperimentale tramite accumulatori biologici nella fattispecie (terreno, licheni, muschio, piante vascolari) di IPA aerodispersi nel territorio della Val D'Agri per un totale di 44 stazioni di campionamento, scegliendo una strategia di campionamento di tipo random.

Per quanto concerne il monitoraggio, sono stati individuati i pattern diffusionali di 19 IPA su tutto il territorio studiato. Per Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) si intende una famiglia di circa 660 composti accomunati da una struttura molecolare a due o più anelli aromatici

(benzenici) condensati. Sono costituiti essenzialmente da idrogeno e carbonio seppur occasionalmente possano includere azoto, cloro, ossigeno e zolfo (composti eterociclici aromatici). Essi originano dalla combustione incompleta o dal cracking di carburanti organici sia di origine naturale che antropica. Eruzioni vulcaniche ed incendi boschivi rappresentano le principali fonti di emissione naturali di IPA, mentre quelle antropiche derivano da attività industriali, di trasporto, riscaldamento domestico. Negli ultimi 100 anni la loro concentrazione nella biosfera (acqua, aria, suolo) è in continuo aumento (Jones *et al.*, 1989) e questo incremento è imputabile alle emissioni antropiche. Dal momento che molti di questi composti e loro derivati si sono recentemente rivelati cancerogeni e mutagenici (Denissenko *et al.*, 1996), diventa impellente individuare efficaci misure di controllo e abbattimento di queste emissioni.

Da alcuni anni si stanno sviluppando in molti paesi industrializzati applicazioni tecniche e normative, in grado di far fronte a questo problema sanitario emergente.

Al fine di incrementare il controllo della distribuzione e deposizione di queste sostanze, si stanno individuando metodiche di monitoraggio sia tramite matrici artificiali che biologiche in qualità di accumulatori di IPA. Queste permettono di individuare aree a rischio, eventuali hot spots e patterns di deposizione anche a lunga distanza da un'eventuale fonte emittente, nonché di indirizzare eventuali politiche di abbattimento delle emissioni. Le matrici biologiche presentano diversi vantaggi rispetto alle matrici artificiali attualmente in uso quali a) costi più contenuti, b) minore o nulla manutenzione, c) non richiedono allacciamenti elettrici, d) consentono un'alta densità di punti di misurazione.

Da numerosi studi è emerso che il compartimento di maggior accumulo di IPA nelle piante è costituito dalle foglie. Queste infatti sono rivestite da uno strato extracellulare (cuticola) costituita essenzialmente da cutina (un biopolimero insolubile) e da lipidi simil-cerosi che rallentano fortemente la perdita passiva di acqua dalla pianta. Questo strato è fortemente lipofilo ed è quindi in grado di legare sostanze organiche apolari aerodisperse quali, appunto, gli IPA.

Il destino metabolico degli IPA assimilati dalle piante è ancora incerto e non approfonditamente studiato, tuttavia ci si aspetta una risposta cellulare simile a quella riservata ad altri xenobiotici. Le piante, riconoscendo gli IPA come composti estranei al loro organismo, reagiscono attraverso diversi processi metabolizzanti quali reazioni redox, reazioni di coniugazione con amminoacidi, oligopeptidi o esosi. Una volta metabolizzate, le sostanze xenobiotiche degradate vengono escrete dal citoplasma, attraverso proteine di trasporto, ed accumulate nei vacuoli.

È in questa ottica che si inserisce il seguente studio, volto a saggiare la capacità di applicazione di matrici biologiche quali accumulatori di IPA aerodispersi.

La presente ricerca è maturata nel corso di uno studio articolato in più anni (2008-2010). Nelle prime fasi del lavoro è stata comparata la capacità di accumulo di più matrici biologiche (terreno, licheni, muschi, piante vascolari). Lo studio successivo si è focalizzato solo sulle matrici che hanno fornito i risultati più promettenti, ovvero licheni e muschi.

I dati di accumulo delle diverse matrici sono stati confrontati per le diverse campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e non hanno mostrato un significativo interesse dal punto di vista del rischio sulla salute.

I risultati presentati rappresentano la fase finale della sperimentazione, in cui il campionamento è stato esteso su tutto il territorio della Val D'Agri al fine di verificare quali pattern diffusionali individuano le diverse matrici, nonché elaborare una prima, seppur ancora imprecisa, scala di interpretazione dei dati in termini di rischio ambientale.

Dalle analisi condotte in laboratorio non ci sono accumuli di IPA rilevanti ai fini della tutela della salute e dell'ambiente nel corso delle indagini sinora condotte in Val D'Agri.

Si evidenzia che la sostituzione della matrice *Taraxacus* con la matrice *Hypnum cupressiforme* è stata molto efficiente in linea con le ricerche condotte in campo scientifico nell'ultimo decennio, infatti, l'utilizzo di muschi come bioaccumulatori di metalli è di lunga data risale al 1969 (Rühling & Tyler, 1969), ma solo nell'ultima decade sono stati sviluppati studi metodologici ed applicativi per il loro utilizzo come accumulatori di IPA.

**End-point 4– Bioaccumulo di Idrocarburi nel terreno** La legislazione italiana (D.Lgs. 152/06) pone dei limiti differenziando gli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) da quelli pesanti ( $C > 12$ ), non definendo bene se in queste classi siano inseriti solo quelli lineari o anche quelli ramificati, né tanto meno a quale idrocarburo pesante bisogna fermarsi. Dalle indagini condotte non è emerso alcun valore che superi i 25 mg/kg.

**End-point 5–Saggi ecotossicologici nel terreno** Molteplici studi hanno ormai fornito evidenza sperimentale al fatto che il solo approccio chimico-analitico non fornisce gli strumenti sufficienti per definire il rischio ambientale associato ad una miscela di inquinanti. Il ricorso a saggi ecotossicologici consente di valutare da un lato la frazione biodisponibile degli inquinanti, dall'altro eventuali fenomeni di sinergia e/o antagonismo tra sostanze diverse (Baudo e Muntau, 1985).

Per valutare la biodisponibilità degli inquinanti, fenomeni di sinergia e/o antagonismo, in terreno lasciato bioaccumulare nelle 44 centraline biologiche è stata utilizzata una batteria di test acuti e

cronici che impiega organismi appartenenti a diversi livelli trofici (*Daphnia magna*, *Vibrio fischeri*, *Lactuca sativa*, *Lepidium sativum*).

Su tutti i campioni sono stati osservati effetti di non tossicità, tossicità acuta e cronica e stimolazione, secondo i protocolli citati.

#### **Test di tossicità acuta a 24 h con *Daphnia magna***

Sono stati utilizzati organismi di età inferiore alle 24 h. Il test è stato condotto a 20°C su campioni di elutriato con fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 di buio (IRSA, 1993). Alla fine della prova è stata valutata la mortalità delle dafnie espressa come percentuale di organismi immobili. Un campione è considerato tossico per percentuali di immobilità > 20%.

#### **Test di tossicità acuta a 30' con *Vibrio fischeri***

La bioluminescenza emessa da una popolazione monospecifica di batteri Gram-negativi appartenenti alla specie *Vibrio fischeri* è stata utilizzata per un saggio a 5' a 15' minuti per la determinazione della percentuale di effetto (inibizione/stimolazione) rispetto al controllo (Protocollo interno ispirato ai metodi IRSA,1996). Si considerano tossici i campioni per cui viene registrata una percentuale di effetto (inibizione) > 20%. Sono stati considerati stimolanti solo i composti che hanno causato una percentuale di effetto (stimolazione) > 20%.

#### **Test di fitotossicità a 72 h con *Lactuca sativa* e/o *Lepidium sativum*.**

Il test di fitotossicità (germinazione ed allungamento radicale) è stato effettuato con tre semi, lattuga cetriolo e crescita sui sedimenti. Il saggio (IRSA,1983) è stato condotto per 72 ore al buio ed a 25 °C. Alla fine della prova sono stati registrati il numero dei semi germinati e la lunghezza radicale; i due valori sono stati combinati in Indice di Germinazione. I valori superiori alla fascia di variabilità del controllo sono stati indicati come stimolazione, quelli inferiori come tossicità.

#### *Stazioni strumentate*

Sono stati utilizzati Sistemi Automatici di misura – (Centraline fisse e mobili). La rete è costituita da tre centraline di cui una fissa installata nell'Area Industriale di Viggiano e le restanti due installate su un automezzo che periodicamente esegue, secondo un percorso ben definito, misurazioni dei livelli di concentrazione nei comuni del comprensorio petrolifero (Val D'agri – Tempa rossa) e consentono di rilevare rispettivamente le concentrazioni di :

- Idrogeno solforato
- Biossido di zolfo;

direttamente correlabili con il trattamento di desolfurazione del petrolio grezzo e di

- Ossidi di Azoto;
- Ozono;
- Monossido di carbonio

I primi (Anidride Solforosa e Acido Solfidrico) possono essere direttamente correlabili ad attività antropiche che insistono nell'area industriale di Viggiano quali desolfurazione di Petrolio greggio. I restanti (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) rappresentano inquinanti primari tipici delle emissioni autoveicolari e da impianti di combustione di grossa taglia. Le valutazioni sono espresse sulle concentrazioni medie orarie per la centralina fissa, mentre per quella mobile si riportano le concentrazioni medie giornaliere.

Le classi - Trascurabile, Basso, Moderato, Elevato - sono state individuate sulla base della stima del rischio per la salute derivante dall'esposizione alle diverse concentrazioni di inquinanti così come definito dal Decreto Ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva.

Livello di inquinamento	Monossido di Carbonio (µg/m <sup>3</sup> )	Biossido di Zolfo (µg/m <sup>3</sup> )	Biossido di Azoto (µg/m <sup>3</sup> )	Ozono (µg/m <sup>3</sup> )
<i>Trascurabile</i>	0 - 5	0 - 100	0 - 62	0 - 90
<i>Basso</i>	5,1 -10	101 -200	63 - 125	91 - 180
<i>Moderato</i>	10,1 - 20	201 - 400	126 - 250	181 - 240
<i>Elevato</i>	> 20	> 400	> 250	> 240

Per quanto riguarda la centralina fissa, l'acquisizione dei dati è cominciata a maggio del 2007 ma nel tempo ci sono state delle interruzioni sul servizio necessarie per manutenzione ordinaria e straordinaria dello strumento scientifico. Di seguito si riporta l'andamento relativo al periodo di misurazione eseguito nel corso del 2009.

Analisi dati di qualità dell'aria stazione fissa

CO µg/m3			
Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
≥ 0 e <5	≥ 5 e <10	≥ 10 e <20	≥ 20

SO2 µg/m3			
Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
≥ 0 e <100	≥ 100 e <200	≥ 200 e <400	≥ 400

NO2 µg/m3			
Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
≥ 0 e <62	≥ 62 e <125	≥ 125 e <250	≥ 250

O3 µg/m3			
Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
≥ 0 e <90	≥ 90 e <180	≥ 180 e <240	≥ 240

2009

	Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
Gennaio	100%	0	0	0
Febbraio	100%	0	0	0
Marzo	100%	0	0	0
Aprile	100%	0	0	0
Maggio	100%	0	0	0
Giugno	100%	0	0	0
Luglio	100%	0	0	0
Agosto	100%	0	0	0
Settembre	100%	0	0	0
Ottobre	100%	0	0	0
Novembre	100%	0	0	0
Dicembre	99,65%	0	0,35%	0

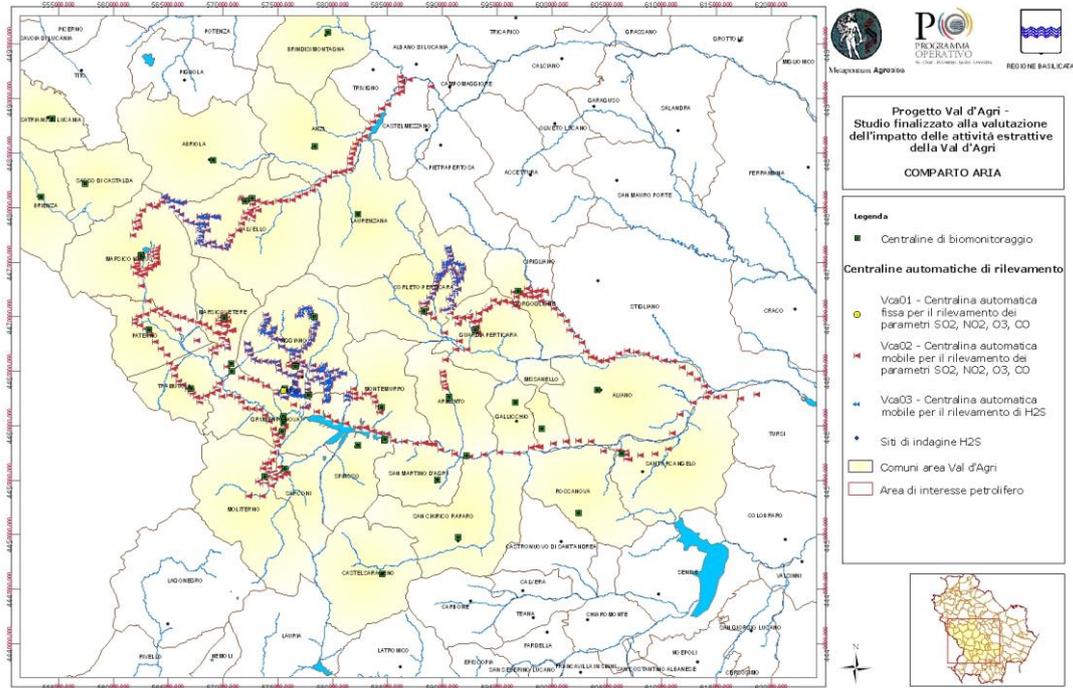
	Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
Gennaio	100%	0	0	0
Febbraio	100%	0	0	0
Marzo	100%	0	0	0
Aprile	100%	0	0	0
Maggio	100%	0	0	0
Giugno	100%	0	0	0
Luglio	99,85%	0,15%	0	0
Agosto	64,35%	35%	0,65%	0
Settembre	100%	0	0	0
Ottobre	100%	0	0	0
Novembre	100%	0	0	0
Dicembre	100%	0	0	0

	Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
Gennaio	100%	0	0	0
Febbraio	58%	42%	0	0
Marzo	31,00%	68,25%	0,75%	0
Aprile	45,80%	47,80%	6,40%	0
Maggio	46,15%	30,90%	22,90%	0,14%
Giugno	31,64%	30,31%	36,25%	1,80%
Luglio	27,15%	28%	39,15%	5,70%
Agosto	90,20%	9,80%	0	0
Settembre	92,35%	7,65%	0	0
Ottobre	98,80%	1,20%	0	0
Novembre	100%	0	0	0
Dicembre	100%	0	0	0

	Trascurabile	Basso	Moderato	Elevato
Gennaio	100%	0	0	0
Febbraio	100%	0	0	0
Marzo	100%	0	0	0
Aprile	100%	0	0	0
Maggio	100%	0	0	0
Giugno	100%	0	0	0
Luglio	100%	0	0	0
Agosto	95,20%	4,80%	0	0
Settembre	97,60%	2,40%	0	0
Ottobre	72,20%	27,80%	0	0
Novembre	78,40%	21,60%	0	0
Dicembre	95,70%	3,80%	0,50%	0

NOTA - I valori esprimono la percentuale di eventi che classificano l'inquinamento dell'aria, in relazione ai parametri misurati, in trascurabile , basso, moderato o elevato verificatisi in un mese.

Il controllo della qualità dell'aria ha riguardato i comuni interessati alle estrazioni petrolifere dell'ENI e della Total e i comuni che si trovano a ridosso dell'area industriale di Viggiano secondo il percorso definito nella seguente cartografia:



Il controllo della qualità dell'aria ha riguardato i comuni interessati alle estrazioni petrolifere dell'ENI e della Total e i comuni che si trovano nella zona del Centro Oli di Viggiano secondo tre percorsi stabiliti:

1. Saurina, Cirigliano, Gorgoglione, Guardia Perticara, Pozzi Total e Corleto Perticara;
2. San Brancato, Centro Oli, Villa D'Agri, Marsicovetere, Paterno, Tramutola, Grumento, Moliterno e Sarconi;
3. San Brancato, Montemurro, Pozzi ENI, Viggiano, Centro Oli e Villa D'Agri;
4. Diga Camastra, Calvello, Pozzi ENI, Marsinuovo, Villa D'Agri, Centro Oli.

Ognuno dei percorsi viene completato in una giornata posizionando la centralina in auto. Durante ogni tragitto si prosegue ad una velocità di 50 km/h (velocità che consente un prelievo significativo di dati) fermandosi in ognuna delle tappe fissate per 5-10 minuti per consentire al programma di comunicazione dei dati di avere un numero sufficiente di informazioni che in seguito vengono elaborate. Non sono mai state registrate condizioni che hanno evidenziato anomalie. Tutti i parametri misurati (NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub>) portano a definire l'inquinamento trascurabile.

I valori di riferimento per l'acido solfidrico sono indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) che consiglia di non superare la soglia di 150 ug/mc come media giornaliera.

	Acido Solfidrico µg/m <sup>3</sup>	
	≥ 7 µg/m <sup>3</sup>	≥ 40 µg/m <sup>3</sup>
Luglio	0%	0%
Agosto	2,13%	0%
Settembre	2,13%	0%
Ottobre	8,51%	2,13%
Novembre	4,26%	0%
Dicembre	2,13%	0%

Le percentuali riportate esprimono gli eventi mensili di superamento delle soglie di 7 µg/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S (come media su 30 minuti) e 40 µg/m<sup>3</sup> di H<sub>2</sub>S (come media su 30 minuti).

La tabella seguente esprime le concentrazioni massime di H<sub>2</sub>S misurate, il luogo e la data di accadimento dell'evento.

	Aree sottoposte ad indagine	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ di H <sub>2</sub> S
27-ago	Cerro Falcone 5 - 8, Cerro Falcone 2	14,89
18-set	Centro di Carico Tempa Rossa, Perticara 1	8,40
01-ott	Centro Oli	10,31
01-ott	Alli 1 - 3, Monte Enoc 5, MA W1 - ME 4	15,83
01-ott	Monte Enoc 1 OR A, Monte Enoc 2/9 NW1	42,19
01-ott	Area Impianto 1, ME 1 OR - ME W1 - Alli 4	12,00
09-ott	Area Innesto 1, ME 1 OR - ME W1 - Alli 4	7,40
10-nov	Monte Enoc 1 OR A, ME 2/9 NW1	8,38
27-nov	Tempa Rossa 1, Centro Carico Tempa Rossa, Perticara 1	8,91
03-dic	Centro Oli	8,25

### Vegetazione

Il termine “bioindicatore” indica un organismo, sia esso animale o vegetale, che mediante reazioni identificabili fornisce un’informazione sulla qualità dell’ambiente; con il termine “bioaccumulatore” si indica un organismo che, assimilando dall’acqua, dal suolo e dall’atmosfera una quantità misurabile di elementi chimici e/o di composti xenobiotoci, viene utilizzato per uno studio quantitativo dell’inquinamento ambientale. Un organismo può essere definito bioaccumulatore se presenta determinate caratteristiche:

- capacità di assumere e tollerare elevate concentrazioni di inquinanti;
- optimum ecologico ed ampia distribuzione nell’area di studio;
- facile identificazione e adeguate conoscenze sull’anatomia, fisiologia ed ecologia della specie;
- uniformità genetica e lungo ciclo vitale;
- scarsa mobilità e facile reperibilità in tutte le stagioni.

Le piante vascolari che si accrescono in presenza di elevate concentrazioni di metalli sviluppano una tolleranza su base genetica, sviluppando specifici sistemi di detossificazione e compartimentalizzazione; il meccanismo consiste nell’assorbire e traslocare gli inquinanti presenti nel comparto ambientale, immobilizzandoli nella membrana plasmatica delle cellule delle foglie, delle radici o del fusto. Tale meccanismo di difesa di molte piante agli eventuali effetti tossici del contaminante ha determinato il suo utilizzo come biomonitor delle deposizioni atmosferiche di elementi in traccia e altri contaminanti persistenti (Maning & Feder, 1980; Martin & Coughtrey, 1982;

Steubing & Jäger, 1982; Treshow, 1984; Georgici, 1986; Lieth & Markert, 1990; Markert, 1993 e 1996; Lorenzini e Soldatini, 1995; Bargagli, 1998).

Molti contaminanti atmosferici sono associati al particolato, per cui la componente biotica più esposta alla loro sedimentazione e intercettazione degli aerosol sono le foglie degli alberi e le piante erbacee, in dipendenza della disposizione e morfologia delle foglie e da effetti di superficie, vale a dire forze elettrostatiche e di van der Waals (non riproducibili in laboratorio). L'utilizzo delle piante vascolari rispetto a licheni e briofite presenta diversi vantaggi:

- permette di valutare l'impatto dei contaminanti sui consumatori primari;
- tollerano concentrazioni elevate di inquinanti atmosferici;
- presentano uniformità genetica che si mantiene costante tra i vari continenti;
- il riconoscimento delle specie non richiede specialisti;

il campionamento viene facilitato dalla veloce individuazione delle specie anche a notevoli distanze.

La selezione degli organi e/o tessuti da sottoporre ad analisi è influenzata dal comparto ambientale che si vuole sottoporre a biomonitoraggio; le possibili varianti sono quattro: le foglie, l'humus, le scorze e gli anelli del tronco e le radici.

Le foglie di conifere e pini sono le più utilizzate per lo studio dell'inquinamento atmosferico (Bennet, 1996). Gli aghi hanno la caratteristica di essere ricchi di cere e persistono per alcuni anni sui rami; vengono utilizzati per monitorare inquinanti atmosferici come I.P.A., data la loro particolare liposolubilità (Tremolada et al., 1996), PCB ed elementi in traccia come il mercurio (Bargagli, 1993). Oltre agli aghi, le foglie di alcune specie di quercia, faggio, olivo, tiglio, ippocastano, platano, robinia, ailanto, sambuco e melo sono tra le piante vascolari più diffuse per i biomonitoraggi in Europa (Wittig, 1993). Il pioppo (*Populus nigra* L., variante italiana Duroi) grazie alla sua elevata diffusione in tutti i continenti e all'elevata uniformità genetica ha subito una standardizzazione (Wagner, 1993) del campionamento e dell'analisi delle foglie.

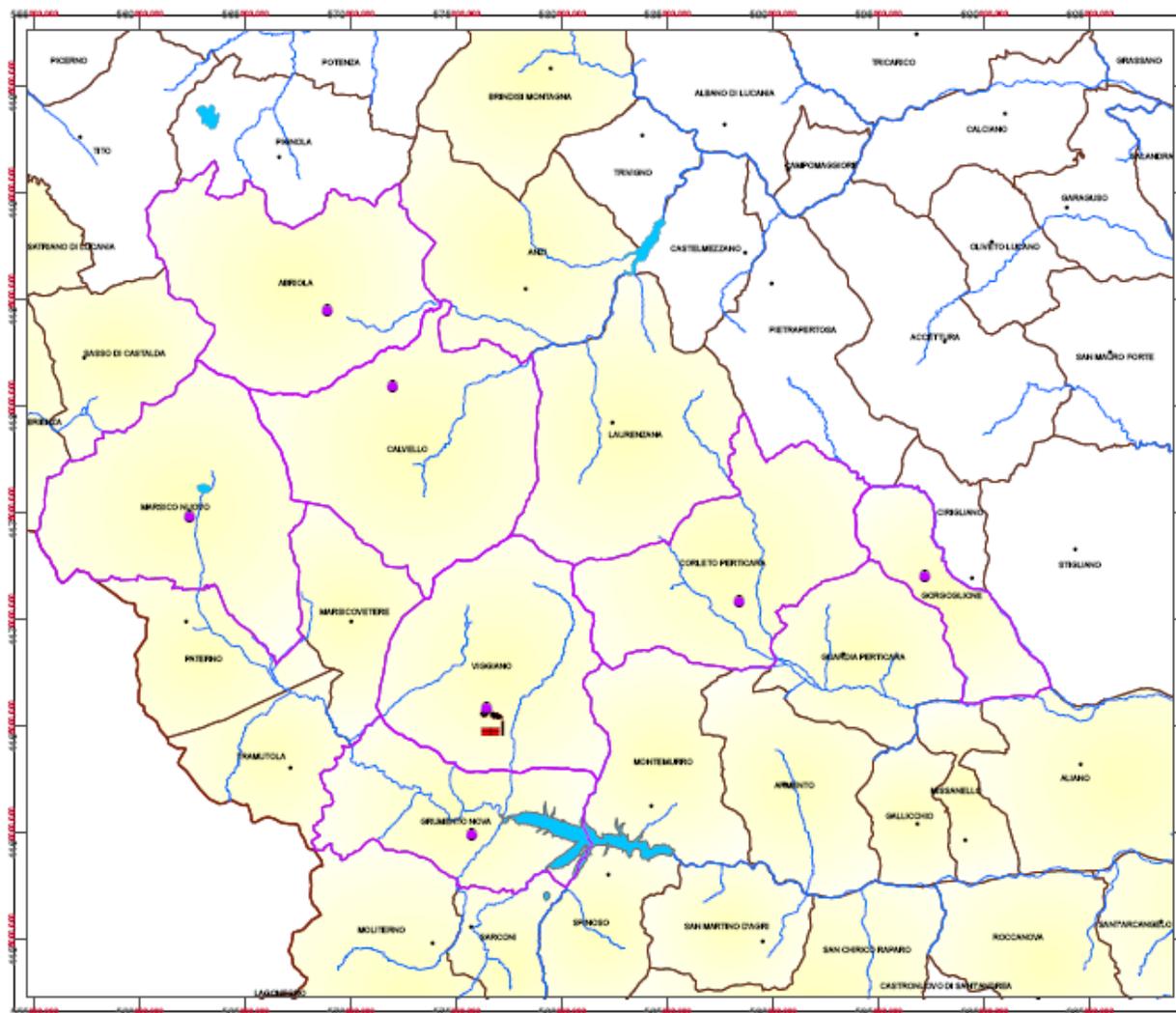
L'humus superficiale, raccolto alla base del tronco permette l'analisi dell'accumulo di inquinanti (Cotrufo et al., 1995) dovuto allo stemflow.

Le scorze e gli anelli di accrescimento del tronco vengono utilizzati per eseguire biomonitoraggi retrospettivi, con gli strati più esterni del tronco esposti agli inquinanti atmosferici che in seguito non vengono traslocati in seno assiale, permettendo un'analisi temporale.

Alcuni recenti studi mostrano come la vegetazione rappresenti uno dei principali bersagli dei microinquinanti immessi nell'atmosfera, in particolar modo le foglie e le radici di molte piante "assorbono" tali inquinanti immettendoli lungo la catena alimentare.

Il biomonitoraggio mediante piante vascolari permette di ottenere dati spazio-temporali sull'inquinamento atmosferico e di riportarli su cartografia a scala regionale; tali mappe permettono di individuare le aree maggiormente interessate dalla deposizione degli inquinanti persistenti. Le apparecchiature automatiche di norma non riescono a rilevare la deposizione di metalli in tracce e altri inquinanti atmosferici; dove sono disponibili dati di questo tipo si è trovata una sostanziale conferma con i risultati ottenuti con il biomonitoraggio; affinché un programma di biomonitoraggio venga accettato come il metodo più rapido e affidabile per la valutazione delle deposizioni dei contaminanti devono essere pianificati e discussi accuratamente gli obiettivi e le procedure standardizzate.

Sulla base degli studi sinora condotti è possibile affermare che non vi sono evidenze di bioaccumulo di metalli nei vegetali (foglie di *Quercus cerris*) campionati nell'area Industriale di Viggiano. Diversa risulta essere la valutazione che è possibile trarre dalle indagini condotte nelle aree dei pozzi estrattivi CF3, CF1-CF6, MA1 Est, MA, AREA INNESTO, ME5, AGRI CF6, Area LPT, MA1 Est, MA5, ALLI 1-3, CSM1, AGRI1 CF6, MAE 10 MEW ALLI dove, se pure in maniera lieve, si riscontrano effetti di bioaccumulo di cadmio, cromo, piombo, nichel e zinco. Gli studi che seguiranno saranno orientati alla comprensione dell'origine della potenziale contaminazione oltre che alla valutazione del tenore dei suddetti elementi in altri organismi bioaccumulatori (muschi/licheni). Innanzitutto bisognerà distinguere l'accumulo proveniente dal suolo, le piante superiori infatti hanno radici e sistemi vascolari sviluppati e, pertanto, gli elementi presenti nei loro tessuti possono provenire sia dal suolo che dall'atmosfera (Bargagli, 1998). Per valutare l'eventuale deposizione atmosferica e quanto questa può contribuire ai livelli di metalli nelle foglie, i risultati ottenuti verranno confrontati con uno studio relativo ai muschi terrestri.

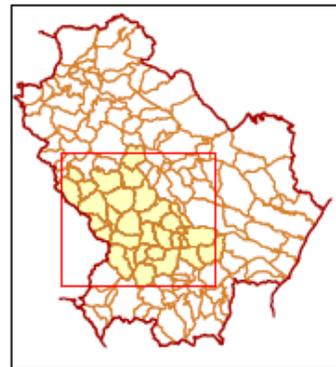


**PROGETTO VAL D'AGRI**  
 Studio finalizzato alla valutazione  
 dell'impatto delle attività estrattive  
 della Val d'Agri

**COMUNI INTERESSATI  
 DALL'INDAGINE VEGETALI**

**Legenda**

- Comuni dell'area Val d'Agri interessati dall'indagine vegetali
- Limiti comunali
- Area di interesse petrolifero
- Comuni
- Idrografia regionale
- Limiti comunali
- Comuni area Val d'Agri

## Alimenti

Le matrici alimentari sia per alimentazione animale che per quella umana rappresentano uno step importante della catena alimentare. L'analisi dei microinquinanti in questo tipo di matrici permette di comprendere quanto l'inquinamento da fonti antropiche sia vicino all'uomo e quanto possa essere dannoso per esso.

Il regolamento CE N.1881/2006 definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. L'area di estrazione petrolifera della Valle dell'Agri, della Camastra e del Sauro è caratterizzata da una consistente attività agricola. Spiccano, in particolare, nei pressi dell'area Industriale di Viggiano attività intensive di produzione di erba medica, fieno e insilato di mais per l'allevamento di vacche e ovicaprini. In queste aree vi è la produzione di prodotti tipici quali il canestrato di Moliterno, i fagioli di Sarconi e il peperone di Senise sottoforma di produzione familiare. Molto intensa è la produzione di latte vaccino destinato al mercato nazionale.

I risultati delle attività sinora condotte evidenziano che è risultato trascurabile il valore di IPA presente nei campioni di olio di oliva, miele e mele sinora analizzate.

Sono state evidenziate tracce di alcuni IPA nel materiale foraggero analizzato (soprattutto fieno).

Per quanto concerne la presenza di metalli si evidenzia che in tutti i campioni analizzati Mercurio e Cromo esavalente non superano mai il limite di rilevabilità strumentale.

Mentre Antimonio, Berillio, Cadmio, Stagno e Tallio non sono quasi mai rilevabili tranne pochi casi in cui il valore misurato non supera 0,1 mg/Kg. L'Arsenico e il Cobalto non vengono mai misurati in concentrazioni superiori a 0,1 mg/Kg. Le patate forniscono valori compresi tra 0,17 e 0,37 mg/Kg per l'Arsenico e 0,18 e 0,46 mg/Kg per il Cobalto (valori tipici). Rare le concentrazioni superiori a 0,1 mg/Kg di Selenio. Le patate ed i formaggi forniscono rispettivamente valori compresi tra 0,22 - 0,26 mg/Kg e 0,32 - 0,57 mg/Kg.

### *Piombo:*

Rare le concentrazioni superiori a 1 mg/Kg. Solo le patate superano questo valore (1,15 - 1,26 mg/Kg) e solo 2 campioni di formaggio su 7 (2,19 e 2,65 mg/Kg).

### *Vanadio:*

Rare le concentrazioni superiori a 1 mg/Kg. Le patate presentano valori tra 1,15 e 1,78 mg/Kg.

*Boro, Bario, Rame, Zinco, Ferro e Manganese:*

Latte, olio di oliva e miele sono relativamente poveri di questi elementi: meno di 2 mg/Kg, con l'eccezione di Boro e Zinco nel miele (fino a 5 mg/Kg).

Tutte le altre matrici alimentari mostrano concentrazioni più elevate, con valori massimi di circa 30 mg/Kg per Boro e Rame, 67 mg/Kg per Bario, 159 mg/Kg per Zinco, 71 mg/Kg per Manganese e 793 mg/Kg per il Ferro.

Gli idrocarburi aromatici sono secondo la US Environmental Protection Agency gli (benzene, etilbenzene, toluene, xilene) importanti contaminanti ambientali per l'omnipresenza delle loro fonti di emissione e per gli effetti nocivi che hanno sull'uomo e gli animali. La loro concentrazione in atmosfera in aree urbane in tutto il mondo varia nell'intervallo 1-30 ug/m<sup>3</sup> con i valori più elevati per il toluene e più bassi per l'o-xilene. Tale contaminazione ambientale è la principale fonte di idrocarburi aromatici monociclici negli alimenti. Le caratteristiche chimiche responsabili della loro elevata pericolosità sono la volatilità che li rende ubiquitari e la lipofilità. Quest'ultima caratteristica consente agli idrocarburi presenti nell'ambiente di concentrarsi nelle frazioni lipidiche di alcune piante e quindi di entrare nella catena alimentare degli organismi che si cibano di esse<sup>1</sup>. Ci sono pochi dati in letteratura sul contenuto di idrocarburi aromatici negli alimenti come carne, pesce, latte e suoi derivati (burro, formaggio), grassi vegetali, uova, cereali, ecc (tabella ). La tabella mostra il range delle concentrazioni di benzene, toluene, etilbenzene e xileni in vari alimenti, come riportato in letteratura. I valori indicati sono stati ottenuti con metodi differenti e non convalidati, pertanto non sono confrontabili né ci sono sufficienti garanzie di affidabilità. Dalla tabella è evidente che la concentrazione di idrocarburi aromatici nella maggior parte degli alimenti è dell'ordine di pochi microgrammi per chilo di campione (ppb).

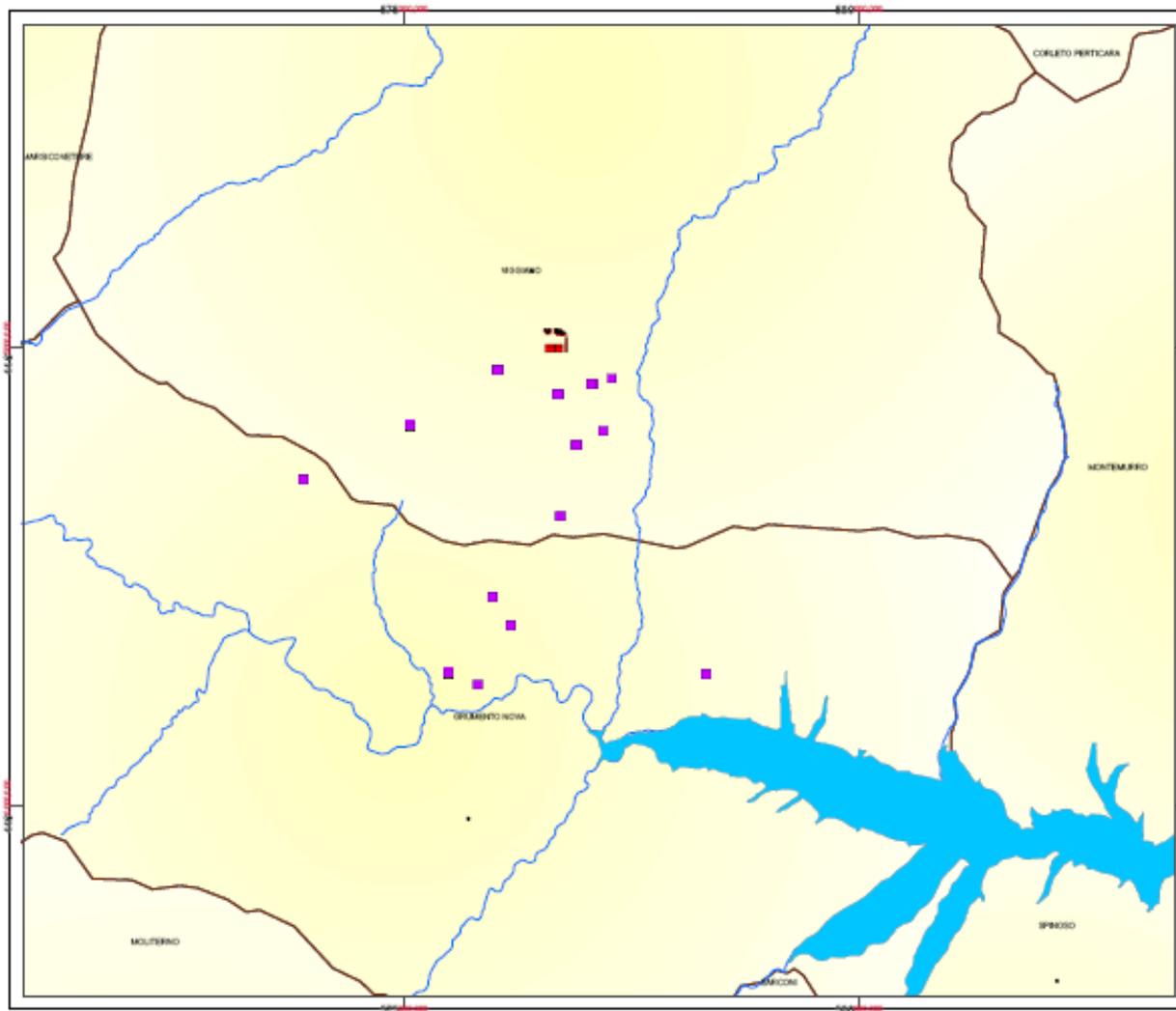
Table 1  
Levels of aromatic hydrocarbons in various foods expressed as µg kg<sup>-1</sup>

Food	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	Reference
Coffee	100-150	300-350		210	Cert (1994)
Tea		600-5800	0.0-700	500	Cert (1994), European Commission (1999)
Cocoa		260			Cert (1994)
Milk	<1	2-7	<2	<2-2	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Milk derivatives	<1-1	12-23	<2	<2-3	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Meat	1-7	2-24	<2-3	<2-30	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Cooked meat	2				IARCM (1982)
Fish	2-13	15-76	<2-5	2-19	MAFF Food Safety Directorate (1995), Weame (1996)
Poultry	1-4	7-31	<2-6	<2-34	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Bread	<1	1-9	<2	<2-14	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Eggs	<1-1900	4-12	<2	<2-2	MAFF Food Safety Directorate (1995), IARCM (1982)
Vegetables	<1-1	1-5	<2	<2-8	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Cereals	<1	4-11	<2-2	<2-7	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Potatoes	<1	1-8	<2	<2-8	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Fruit	<1	<1-1	<2	<2	MAFF Food Safety Directorate (1995)
Mineral water	n.d.*	1			McNeal et al. (1995)
Fruit juice	n.d.-9	n.d.-1			McNeal et al. (1995)
Diet drinks	n.d.-3	n.d.-2			McNeal et al. (1995)
Tomato concentrate	n.d.	23-29			McNeal et al. (1995)
Olive oil, virgin	0.1-7	0.2-74	16-31	11-112	Weame (1996), Bocci et al. (1992)
Olive oil, refined	<1	2-14	<1-4	<1-2	Ollivier (1995)
Seed oil, refined	<1-5	2-20	<1-15	<1-40	Ollivier (1995)
Seed oil pressed	<1-7	8-23	9-18	9-43	Ollivier (1995)
Animal fat	2.8-3.1	38-64	<2-2.5	<10	Weame (1996)
Walnuts	1-7	30			Weame (1996)
Legumes	n.d.	5	3-9		Lovegren et al. (1979)

\*n.d. = not detectable.

<sup>1</sup> F. Fabietti \*, M. Delise, A. Piccioli Bocca Food Control 11 (2000) 313±317

L'analisi dei campioni di formaggio, olio, fieno, insilato, peperoni, patate e fagioli ha evidenziato in taluni casi presenza di sostanze appartenenti alla classe degli aromatici come benzene, etilbenzene, xileni, *n*-propilbenzene, trimetilbenzeni in concentrazione confrontabile con quanto riportato in letteratura. La presenza di questi composti organici volatili negli alimenti è indicativa di una possibile contaminazione ambientale, ma in mancanza di una sufficiente letteratura sulla loro distribuzione negli alimenti e soprattutto studi di correlazione con le diverse fonti contaminazione (acque superficiali o sotterranee) rendono necessario un approfondimento di tali studi.

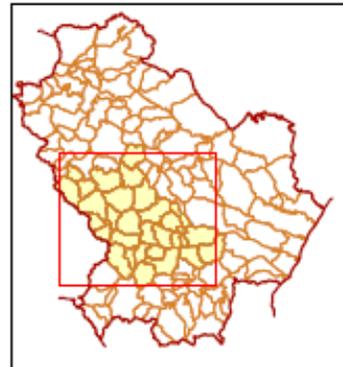


**PROGETTO VAL D'AGRI**  
 Studio finalizzato alla valutazione  
 dell'impatto delle attività estrattive  
 della Val d'Agri

**COMPARTO ALIMENTI**

**Legenda**

- Aziende per indagini alimenti
- ▭ Area di interesse petrolifero
- Comuni
- Idrografia regionale
- Limiti comunali
- ▭ Comuni area Val d'Agri

## Indagini olfattometriche

Sono state avviate le prime campagne di identificazione degli odori e nel corso del 2010 si provvederà all'esecuzione di misure in campo. In particolare è stata avviata la fase di riconoscimento degli odori attraverso il campionamento in aree campione (perimetro area industriale di Viggiano). Un'aliquota di detti campioni è stata inviata al Laboratorio di analisi olfattometriche Lenviros che ha condotto l'analisi secondo la norma EN 13725 mediante olfattometria dinamica utile a calibrare il naso elettronico. Lo strumento è stato altresì testato attraverso fasi di misura di campioni reali prelevati in campo e fasi di rielaborazione statistica dei segnali. Sulla base dei risultati delle analisi in olfattometria dinamica è stata costruita la curva di calibrazione multivariata che verrà utilizzata in seguito per la quantificazione delle molestie olfattive registrate. Attraverso elaborazioni chemiometriche riconosciute e verificate come di elevata attendibilità statistica e mediante la caratterizzazione della composizione chimica è in fase di riconoscimento, identificazione e classificazione delle dispersioni rilevate. Durante il periodo di monitoraggio verrà chiesto alle persone presso le quali sarà installato il naso elettronico di annotare i periodi nei quali hanno avvertito la presenza di odori in modo da poter confrontare le sensazioni da loro percepite con i risultati ottenuti per via strumentale.

## **Prospettive**

Il programma avviato nel 2010 dovrà essere sviluppato per consolidare le conoscenze acquisite e valutare eventuali trend. Le indagini dovranno essere specializzate oltre che maggiormente mirate al controllo di sistemi bersaglio. Si dovranno consolidare le metodiche di analisi finalizzate alla determinazione degli idrocarburi (principalmente in matrici lipofidiche). Altresì, si cercherà di elaborare sistemi e sfruttare algoritmi per la valutazione del bioaccumulo.

Impulso importante sarà dato alla messa a punto di *indici biologici* che rappresentano sistemi di misurazione innovativi e di rappresentazione della qualità dell'ambiente.

Si procederà inoltre alla prima valutazione del grado di molestia delle emissioni odorigene registrate nell'area.