



Protocollo d'intesa per la realizzazione di un monitoraggio ambientale nel territorio della città di Barletta

REPORT SINTETICO NON TECNICO

A cura di



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Ricerca Sulle Acque

4 settembre 2017

Versione 2.0

Coordinamento

Vito Felice Uricchio

Gruppo di lavoro

Angelantonio Calabrese

Carminè Massarelli

Claudia Campanale

Ruggero Ciannarella

Barbara Casale

Ciro Galeone

Marina Tumolo

Roberto Mauro

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	CRONISTORIA.....	5
3.	OBIETTIVI DEL PROTOCOLLO D'INTESA	15
4.	CONVENZIONI CNR IRSA	16
5.	AREA DI STUDIO.....	18
6.	VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE ORTOFOTO DISPONIBILI.....	20
7.	ELABORAZIONE IMMAGINI DA SATELLITE PER LA DEFINIZIONE DELLA FRATTURAZIONE SUPERFICIALE	22
8.	CAMPIONAMENTI E DETERMINAZIONI ANALITICHE ACQUE E SUOLO	23
8.1.	ACQUE SOTTERRANEE	23
8.1.1.	Attività di campionamento matrice acqua	23
8.1.2.	Risultati prima campagna.....	25
8.1.3.	Risultati seconda campagna	26
8.1.4.	Conclusioni.....	28
8.2.	SUOLO	31
8.2.1.	Attività di campionamento matrice suolo.....	31
8.2.2.	Risultati e Conclusioni.....	32
9.	ANALISI DELLE COMUNITÀ MICROBICHE MATRICE ACQUA E SUOLO.....	37
9.1.	INTRODUZIONE.....	37
9.2.	MATRICE ACQUA	37
9.2.1.	Prima fase: screening batterico.....	37
9.2.2.	Seconda fase: identificazione ceppi batterici nelle aree con particolari superamenti	38
9.2.3.	Discussione dati analisi biomolecolari.....	39
9.3.	MATRICE SUOLO	41
9.3.1.	Identificazione specie batteriche e attività microbiche.....	41
9.3.2.	Risultati analisi biomolecolari condotte sui campioni di suolo	41
10.	INDAGINI INDIRETTE NEL PRIMO SOTTOSUOLO MEDIANTE L'UTILIZZO DI GPR	43
11.	IMPLEMENTAZIONE DEL SITO INTERNET E DEL WEB GIS PER LA PUBBLICAZIONE DEI DATI	45
12.	ATTIVITÀ DI ASSISTENZA AL COMUNE DI BARLETTA PER CENSIMENTO AZIENDE E GEOLOCALIZZAZIONE NELL'AREA DI INDAGINE	46
13.	ANALISI DELLE INFORMAZIONI DISPONIBILI E DEI RISULTATI OTTENUTI ALLO SCOPO DI ORIENTARE ULTERIORI APPROFONDIMENTI	48

1. INTRODUZIONE

La presente relazione non tecnica illustra i risultati ottenuti dalle attività condotte dall'IRSA CNR nell'ambito del *Protocollo d'intesa per la realizzazione di un monitoraggio ambientale nel territorio della città di Barletta*.

In particolare, il Protocollo di Intesa è stato finalizzato alla realizzazione di un monitoraggio ambientale dell'area industriale della città di Barletta ove sono collocate attività I.P.P.C., focalizzando l'attenzione sulle matrici ambientali acqua e suolo.

Le attività in oggetto sono state realizzate attraverso una forte interazione tra Regione Puglia, Provincia Barletta Andria Trani, Comune di Barletta, ARPA Puglia, ASL BAT e CNR-IRSA, attori del protocollo ed altri attori Istituzionali.

Grazie alla sinergia tra i diversi partner coinvolti è stato possibile comprendere alcune criticità ambientali interessanti l'area in esame e valutare lo stato di qualità ambientale preliminare mediante elaborazioni di *change detection*, campionamenti e determinazioni analitiche e biomolecolari finalizzate rispettivamente all'identificazione delle sostanze inquinanti presenti e alla caratterizzazione delle comunità microbiche.

Le attività ed i risultati conseguiti descritti nel presente elaborato si riferiscono in particolare alle attività di investigazione ed analisi effettuate dal CNR IRSA, come previste e programmate dalla Convenzione tra l'Istituto e la Regione Puglia e dalla Convenzione tra l'Istituto e il Comune di Barletta, stipulate per dare attuazione ad alcune e specifiche previsioni del Protocollo d'Intesa.

Nell'ambito delle attività condotte, inoltre, particolare attenzione è stata rivolta alle attività di diffusione delle informazioni e di organizzazione di un processo decisionale partecipativo della comunità locale, promuovendo l'emergere di diverse prospettive al fine di comprendere i concetti di percezione del rischio e dare seguito ad idonee politiche gestionali: l'attività di partecipazione informata appare particolarmente strategica anche per il prosieguo delle attività.

2. CRONISTORIA

Di seguito si richiamano i principali documenti relativi alle attività condotte dai soggetti firmatari del Protocollo secondo ordine cronologico.

- In data 04/06/2015 con nota n.29168/GAB il Sindaco di Barletta ha manifestato alla Regione Puglia, alla Provincia, all'Arpa Puglia, all'Asl Bat e al CNR-IRSA l'opportunità di istituire il Tavolo di Concertazione con le Amministrazioni al fine di rispondere alla richiesta dell'Amministrazione Comunale "di ampliare lo studio sulle possibili correlazioni tra impianti autorizzati a emissioni diffuse e convogliate e contesto territoriale di riferimento, individuato nell'area che si estende verso Sud, in direzione Trani per un raggio di circa 3 Km. Un'area caratterizzata da una situazione ambientale complessa, dovuta ad una significativa concentrazione di insediamenti industriali, comprendenti anche aziende I.P.C.C. (Integrated Pollution Prevention and Control) in regime di A.I.A. (Autorizzazione Integrata Ambientale), confinati, se non inglobati nel contesto urbano". Con l'obiettivo di : 1) Analizzare con modalità sistemica il quadro ambientale nell'area industriale di Barletta ove risultano insediate anche attività IPPC; 2) Valutare con gli Organi Tecnici Ambientali e Sanitari la reale consistenza delle problematiche ambientali;
- In data 10/07/2015 prot. prov. 32369-15 la Provincia convoca Regione Puglia, Arpa Puglia, Comune di Barletta, Asl Bat e Cnr-Irsa al primo tavolo di concertazione allegando schema del protocollo d'intesa.
- In data 15/07/2015 si riunisce la prima seduta del tavolo di concertazione propedeutica al redigendo Protocollo d'Intesa (verbale Provincia di Barletta Andria Trani n.33446-15 del 17/07/2015);
- In data 21/07/2015 il Cnr-Irsa trasmette via mail alla Provincia il cronoprogramma delle attività proposte (prot.prov.n.33996-15 del 21/07/2015);
- In data 15/09/2015 con nota al prot. prov. n. 40552-15 la Provincia convoca Regione Puglia, Arpa Puglia, Comune di Barletta, Asl Bat e Cnr-Irsa al secondo tavolo di concertazione;
- In data 24/09/2015 si riunisce la seconda seduta del tavolo di concertazione istruttoria al redigendo Protocollo d'Intesa che condivide il cronoprogramma delle attività del CNR_IRSA (verbale Provincia di Barletta Andria Trani n. prot. prov. 42268-15 del 25/09/2015);
- In data 16/10/2015 prot. prov.n.46079-15 la Provincia trasmette lo "schema del Protocollo d'intesa" modificato con le integrazioni del Cnr-Irsa all'articolo 4) e della Regione Puglia;

-
- In data 19/10/2015 la Provincia acquisisce al prot. prov. n.46321-15 il parere (delega n. 2015-231 del 29/09/2015) del Direttore del CNR-Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente in merito alla stipula con Regione Puglia, Provincia Bat, Comune di Barletta della convezione Protocollo d'intesa per la realizzazione di un monitoraggio ambientale nel territorio della città di Barletta;
 - In data 29/10/2015 la Regione Puglia trasmette il documento prot. n.1463 contenente le modifiche nei "considerato che" e agli articoli 3) e 4) allo schema del Protocollo d'intesa acquisite al prot. prov. n.48347-15 del 30/10/2015;
 - In data 03/11/2015 la Provincia di Barletta-Andria-Trani, Settore Ambiente, Rifiuti e Contenzioso trasmette documento prot. n. 48931-15 del 03/11/2015 contenente la richiesta alla Regione Puglia di modifiche al protocollo, così come integrato dalla stessa Regione, al fine di evitare qualsiasi correlazione tra i contenuti del protocollo ed i provvedimenti di individuazione del responsabile dell'inquinamento, già adottati dalla stessa Provincia;
 - In data 05/11/2015 il Comune di Barletta con Delibera di Giunta comunale n.221 del 05/11/2015 approva lo schema del protocollo d'intesa;
 - In data 10/11/2015 la Regione Puglia con Delibera di Giunta Regionale n.2033 (Burp n.153 del 25/11/2015) approva lo schema del Protocollo d'Intesa;
 - In data 12/11/2015 il Presidente della Provincia, a mezzo pec, chiede alla Regione Puglia e alle amministrazioni coinvolte di inserire la seguente clausola nel protocollo "*il presente protocollo d'Intesa non annulla, sospende e/o interagisce in alcun modo sui provvedimenti di miso e bonifica ambientale e sui loro presupposti posti in essere nel territorio comunale di Barletta né esonera le imprese destinatarie di tali provvedimenti dal darne puntuale ed immediata esecuzione*";
 - In data 01/12/2015 i rappresentanti della Regione Puglia, Provincia di Barletta-Andria-Trani, Comune di Barletta, Arpa Puglia, Asl BAT e CNR IRSA firmano il "*Protocollo d'Intesa sul monitoraggio ambientale integrale nel territorio di Barletta*" integrato con la clausola proposta dal Presidente della Provincia di Barletta-Andria-Trani a garanzia dei procedimenti amministrativi e giudiziari pendenti ed aperti a livello provinciale;
 - In data 4/12/2015 prot. prov.n.54969-15 la Provincia convoca la terza seduta del tavolo di concertazione.
 - In data 15/12/2015 si tiene la terza seduta del tavolo di concertazione [...] (verbale Provincia di Barletta Andria Trani prot. n.56858 del 18/12/2015 integrato al prot. n.482 del 07/01/2016). Al fine di dare concreto avvio alle attività del protocollo d'intesa si procede a definire planimetricamente la perimetrazione dell'area di monitoraggio trasmessa dal Cnr-Irsa con Pec del 15/12/2015 (prot.prov.n.56339-15);
 - In data 17/12/2015 il Comune di Barletta invia, con nota prot. n. 69377 del 17/12/2015, una lettera ai cittadini di Barletta al Comune di Barletta informandoli in merito al "*Protocollo d'Intesa sul monitoraggio ambientale integrale nel territorio di Barletta*";
-

-
- In data 18/12/2015 il Cnr-Irsa trasmette il link da cui scaricare gli articoli scientifici di carattere internazionale relativa all'applicazione di metodologie biomolecolari e metagenomiche per finalità ambientali;
 - In data 12/01/2016 con nota prot.n.1430 la Provincia convoca la IV seduta del tavolo di concertazione al fine di verificare congiuntamente l'aggiornamento del quadro di indagine ambientale per il comparto aria nell'area dove insistono le installazioni IPPC nell'area industriale della città di Barletta;
 - In data 13/01/2016 l' Amec srl comunica lo svolgimento di test idrogeologici al Comune di Barletta, all'Arpa Puglia, alla Regione Puglia e alla Provincia che lo acquisisce al prot.prov.n.1740 del 14/01/2016;
 - In data 15/01/2016 con Delibera Presidenziale n. 2 la Provincia prende atto del Protocollo d'intesa sottoscritto il 01/12/2015;
 - In data 15/01/2016 il Comune di Barletta invia, con nota prot.2272/GAB del 14/01/2016, la risposta del tavolo di concertazione in merito all'aggiornamento analisi comparto Aria ed installazione di una centralina di monitoraggio dell'aria presso BUZZI UNICEM SPA;
 - In data 25/01/2016 si riunisce la IV seduta del tavolo di concertazione giusto verbale definitivo n.3776-16 del 27/01/2016;
 - In data 25/01/2016 la società Timac Agro Italia invia comunicazione, acquisita con prot. n. 3604 del 26/01/2016 dalla Provincia Barletta Andria Trani, in cui l'Ing. Giuseppe Gorgoglione per conto della Società Timac Agro Italia Spa comunica il termine delle attività di perforazione e installazione dei piezometri;
 - In data 27/01/2016 la Provincia trasmette al Cnr-Irsa le comunicazioni di ultimazione dei lavori di carotaggio su aree stradali/pubbliche per studio idrogeologico rese dalla Società Timac Agro Italia spa;
 - In data 27/01/2016 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 3813 del 27/01/2016, la richiesta da parte della Provincia Barletta Andria Trani Settore VIII di informativa su censimento degli scarichi idrici;
 - In data 27/01/2016 la Provincia Barletta Andria Trani Settore VIII chiede, con nota prot. n. 3817-16, informazioni alla Polizia Provinciale sulle attività di controllo ambientale avviate e programmate;
 - In data 04/02/2016 l'Arpa Puglia Dap Bat richiede all' Amec srl il croprogramma per l'effettuazione delle indagini di competenza della stessa Società in maniera da poter la stessa Arpa procedere congiuntamente anche con i campionamenti delle acque dai piezometri di nuova realizzazione da sottoporre ad indagine analitiche a cura della stessa Agenzia Regionale;
 - In data 04/02/2016 la Provincia di Barletta-Andria-Trani invia nota prot. n. 5259-16 del 04/02/2016, Settore VII della Provincia Barletta Andria Trani Settore in cui richiede al Comune di Barletta lo stato di avanzamento delle attività di campionamento;
-

-
- In data 09/02/2016 il Comune di Barletta inviava nota prot.n.6876 del 04/02/2016 comunicazione ad AMEC srl per l'esecuzione della prima fase di indagine da svolgersi in modo congiunto con CNR IRSA e ARPA Puglia;
 - In data 11/02/2016 la Provincia con nota n.6436 rinnova al Settore provinciale competente la richiesta sul censimento degli scarichi idrici
 - In data 11/02/2016 il Cnr Irsa invia documentazione acquisita dalla Provincia al prot.prov.n.6622 del 12/02/2016 inerente trasmissione Relazione Sintetica *"Applicazione di tecniche di change detection finalizzate all'individuazione di cambiamenti significativi del territorio"*;
 - In data 10/02/2016 TIMAC AGRO invia comunicazione prot. n. 024/2016 riguardante il termine delle prove idrogeologiche sui piezometri da indagare;
 - In data 12/02/2016 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 6737 del 12/02/2016 una comunicazione alla Regione Puglia, Comune di Barletta, Arpa Puglia, ASL Bat e CNR IRSA di inizio attività di campionamento delle acque di falda da parte di CNR IRSA e ARPA Puglia programmate per il giorno 16/02/2016 con richiesta di presenza della Polizia locale, Polizia Provinciale e ASL BAT;
 - In data 15/02/2016 il CNR IRSA invia con nota prot. n. 543 del 15/02/2016 il riscontro del Sindaco della Città di Barletta in merito alla richiesta di anticipare la fase di monitoraggio sociale e di diffusione dell'informazioni;
 - In data 17/02/2016 il Comune di Barletta invia nota prot.9604- prot.prov.n.7391 del 17/02/2016 riguardante comunicazione in merito al *"monitoraggio sociale e diffusione delle informazioni ed organizzazione di un processo decisionale partecipato con il coinvolgimento delle comunità locali"*;
 - In data 19/02/2016 la Provincia invia con nota prot.n.7743, trasmissione collegamento accesso *"al censimento degli insediamenti che compiono scarichi idrici nell'ambito del territorio provinciale non ricompresi nel Piano di tutela delle Acque"*;
 - In data 25/02/2016 il Comune di Barletta invia con nota 11222/gab -prot. prov. n.8861 del 25/02/2016 la comunicazione di integrazione della Città di Barletta al *"monitoraggio sociale e diffusione delle informazioni ed organizzazione di un processo decisionale partecipato con il coinvolgimento delle comunità locali"*;
 - In data 25/02/2016 il Comune di Barletta invia con nota 11272/gab -prot. prov. n.8910 del 25/02/2016, richiesta stato di avanzamento degli studi promossi dall'Asl BAT;
 - In data 29/02/2016 il Comune di Barletta invia pec al CNR IRSA riguardante informazione di trasmissione collegamento accesso *"al censimento degli insediamenti che compiono scarichi idrici nell'ambito del territorio provinciale non ricompresi nel Piano di tutela delle Acque"*;
 - In data 08/03/2016 il Comune di Barletta emana la Delibera Comunale prot. n. 14050 contenente parere favorevole all'iniziativa popolare di monitoraggio Ambientale;
-

-
- In data 12/03/2016 la Polizia Municipale invia nota prot. n 15833 del 12/03/2016, trasmissione relazione di assistenza a CNR IRSA e ARPA Puglia per il monitoraggio effettuato con campionamento di acque sotterranee;
 - In data 23/03/2016 si tiene la 5^a seduta del tavolo di concertazione in cui il CNR illustra le attività eseguite e riportate anche nella *“Relazione tecnica - Attività di campionamento acque sotterranee da piezometri finalizzata all’identificazione di contaminazioni con analisi chimiche e biomolecolari”*, ARPA PUGLIA consegna i rapporti di prova del campionamento effettuato sui piezometri. Viene incaricato il CNR IRSA della creazione di un questionario contenente informazioni tecniche utili al censimento delle attività industriali presenti nell’area in studio, successivamente approvato dall’ASL Bat e dal Comune di Barletta, e finalizzato ad ulteriori attività di indagine a cura della Polizia Provinciale. Vengono definite le metodiche e i sistemi di valutazione del comparto Aria tra Comune e ARPA Puglia;
 - In data 23/03/2016 l’ARPA Puglia invia nota prot. n. 18485 del 23/03/2016 contenente la trasmissione dei rapporti di prova sulle analisi della prima campagna di campionamento;
 - In data 23/03/2016 il dott. Fiorella invia pec al CNR IRSA, comunicazione mappe sottoservizi di fogna separata del Comune di Barletta allegando file estensione .dxf non georiferito;
 - In data 24/03/2016 il CNR IRSA trasmette con nota prot. n. 1108 del 23/03/2016 recepita con prot. n. 13839 del 25/03/2016 dalla Provincia di Barletta Andria Trani la *“Relazione tecnica – Attività di campionamento acque sotterranee da piezometri finalizzata all’identificazione di contaminazioni con analisi chimiche e biomolecolari”*;
 - In data 25/03/2016 il CNR IRSA trasmette con nota prot. n. 1164 del 25/03/2016, recepita con prot. n 13919 del 25/03/2016 dalla Provincia di Barletta Andria Trani la *“Relazione tecnica – Attività di campionamento acque sotterranee da piezometri finalizzata all’identificazione di contaminazioni con analisi chimiche e biomolecolari. Determinazione analitiche relative alla prima campagna di monitoraggio”*;
 - In data 06/04/2016 la Provincia di Barletta-Andria-Trani invia con nota prot. n. 15317-16 del 06/04/2016 il verbale della 5^a seduta del tavolo di concertazione;
 - In data 19/04/2016 la Provincia con nota n.17459-16 convoca la sesta seduta del tavolo di concertazione il 05/05/2016;
 - In data 20/04/2016 presso il Consiglio Regionale della Puglia V Commissione Consiliare si tengono audizioni in merito a *“Aggiornamento e stato da attuazione attività di monitoraggio ambientale Area industriale di Barletta”* e stato di avanzamento delle attività previste dal *“Protocollo d’Intesa sul monitoraggio ambientale integrale nel territorio di Barletta”*;
 - In data 05/05/2016 si svolge la 6^a seduta del tavolo di concertazione in cui si prende atto delle consegne pregresse; viene presentato ai partecipanti al tavolo la bozza del questionario per il censimento delle attività produttive che viene messo agli atti e in
-

seguito trasmesso dal CNR ai partecipanti; la Provincia comunica che durante l'audizione del 20 Aprile presso la V Commissione Consiliare permanente Ambiente avente ad oggetto "Aggiornamento e stato di attuazione attività di monitoraggio ambientale area industriale di Barletta" è emersa la volontà di ampliare l'area di studio incrementando le attività di indagine con il supporto tecnico di Arpa Puglia, Asl Bat e Cnr-Irsa per un limite di spesa di 100.000 euro stanziati dalla Regione Puglia con proprio emendamento art.42 della L.R.n.1 del 15/02/2016. Vengono illustrati i risultati preliminari delle indagini biomolecolari da parte di CNR IRSA; viene manifestata dal tavolo la necessità di sviluppare, in caso di prosecuzione delle attività, uno studio idrogeologico sito specifico di dettaglio dell'area finalizzato alla definizione del flusso di falda e alla comprensione della dinamiche di trasporto e destino dei composti chimici presenti nelle acque sotterranee; viene affrontata la tematica del monitoraggio dell'aria dai rappresentanti dell'ARPA Puglia;

- In data 06/05/2016 il Cnr-Irsa trasmette a tutti gli Enti il format della scheda per il censimento delle aziende nell'area vasta di Barletta;
- In data 18/05/2016 il CNR IRSA invia con nota prot. n. 2082 del 18/05/2016 l'elaborato *"Relazione tecnica su attività di campionamento e determinazione analitiche acque sotterranee da piezometri finalizzata all'identificazione di contaminazioni con analisi chimiche e biomolecolari: Valutazione prima campagna di monitoraggio"*;
- In data 26/05/2016 la Provincia con nota n.23371-16 trasmette il verbale definitivo della sesta seduta del tavolo di concertazione e si convoca congiuntamente la settima seduta del tavolo di concertazione al 10/06/2016
- In data 10/06/2016 si svolge la 7^a seduta del tavolo di concertazione in cui viene esposto lo stato di avanzamento delle attività del CNR IRSA, ufficializzato il questionario per il censimento delle attività industriali nell'area di monitoraggio e avviate le attività di definizione dell'evento pubblico previsto per il giorno 20/06/2016. Si dà inizio alle attività previste nella seconda fase;
- In data 17/06/2016 CNR-IRSA invia, a mezzo pec ai partecipanti del tavolo di concertazione del protocollo d'intesa, il *"Report sintetico non tecnico"*;
- In data 20/06/2016 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 26942 del 20/06/2016 il verbale della 7^a seduta del tavolo di concertazione del 10/06/2016;
- In data 20/06/2016 si tiene l'incontro pubblico per la presentazione delle prime valutazioni tecniche e dello stato di avanzamento del monitoraggio ambientale integrato del territorio della città di Barletta;
- In data 29/06/2016 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 28728-16 del 29/06/2016 la richiesta dello stato di avanzamento delle attività previste dalla 7^a seduta del tavolo tecnico tenutasi il 10/06/2016;
- In data 01/07/2016 il CNR IRSA attraverso comunicazione via pec invia il cronoprogramma delle attività della seconda fase;

-
- In data 22/07/2016 la Provincia con nota prot.31858-16 del 22/07/2016 informa tutti gli Enti firmatari il differimento a Settembre delle attività di campionamento così come comunicato dal Cnr-Irsa con pec del 01/07/2016 per le motivazioni ivi esposte dallo stesso Cnr-Irsa;
 - In data 29/07/2016 il Comune di Barletta invia nota prot. n. 48297 del 29/07/2016 riguardante l'avvio delle attività di censimento in data 01/08/2016;
 - In data 05/08/2016 l'Arpa Puglia con nota n.47872-175 approva la proposta tecnica-operativa presentata dal Cnr-Irsa nella seduta del 10/05/2016 rilevando la necessità di predisporre almeno due piezometri all'interno del Cementificio della Buzzi Unicem spa per dare omogeneità areale alle introspezioni, migliorare il quadro conoscitivo dell'area e elaborare con maggiore precisione l'andamento piezometrico di zona;
 - In data 12/08/2016 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 344472-16 del 12/08/2016 un sollecito per l'inizio della seconda fase di campionamento relativo al protocollo d'intesa;
 - In data 28/10/2016 il Comune di Barletta invia nota prot. n. 71131 del 28/10/2016 riguardante comunicazione del campionamento per la seconda fase del protocollo;
 - In data 31/10/2016 CNR IRSA invia con nota prot. n. 4225 del 31/10/2016 comunicazione in merito al cronoprogramma campionamento seconda campagna;
 - In data 14/11/2016 CNR IRSA trasmette con nota prot. n. 4494 del 14/01/2016 la relazione tecnica alla Regione Puglia;
 - In data 29/11/2016 il Comune di Barletta con Delibera comunale n. 63 approva la Proposta di iniziativa popolare e monitoraggio ambientale;
 - In data 01/12/2016 presso il Consiglio Regionale della Puglia V Commissione Consiliare si tiene l'audizione per "Aggiornamento e stato di attuazione attività di monitoraggio ambientale Area industriale di Barletta";
 - In data 15/12/2016 si acquisisce al prot.prov.n.49370-16 il documento della Polizia Locale di Barletta n.81522 del 23/11/2016 avente ad oggetto l'assistenza al monitoraggio integrato Ambientale area industriale di Barletta-2° campionamento acque sotterranee dai piezometri in relazione alla nota Settore Ambiente Comune di Barletta prot.73249 del 8/11/2016
 - In data 21/12/2016 la Regione Puglia con Delibera Regionale n. 2079 approva la convenzione tra Regione Puglia e Comune di Barletta per l'ampliamento e l'approfondimento del monitoraggio ambientale della città di Barletta;
 - In data 10/01/2017 la Regione Puglia pubblica sul Bollettino Ufficiale n. 3, la Delibera della giunta regionale del 21 dicembre 2016 n 2076 L.r. n 1/2016 – art 42 e L.r. 23/2016 sul Sistema di monitoraggio ambientale integrato nel territorio della Città di Barletta;
 - In data 20/01/2017 il Comune di Barletta invia con nota prot. n. 4380 del 20/01/2017 la Delibera Comunale proposta iniziativa popolare;

-
- In data 25/01/2017 ARPA Puglia invia con nota prot. n. 4310 del 25/01/2017 convocazione del CNR IRSA presso ARPA PUGLIA per confronto dei dati del monitoraggio della Città di Barletta;
 - In data 22/02/2017 la Regione Puglia invia la nota prot. n. 2243 del 22/02/2017 in cui richiede, sulla base delle indagini dell'ARPA Puglia trasmesse con nota prot. n. 3293 del 10/01/2017 relative alle indagini eseguite in data 12/12/2016 presso lo stabilimento Timac Agro Italia in Barletta, ed in considerazione alle attività del tavolo di concertazione relativo al protocollo di intesa sottoscritto, di avviare da parte della Provincia di Barletta Andria Trani un ulteriore procedimento ex art. 244 del TUA, finalizzando le indagini all'individuazione delle sorgenti di contaminazione rilevate all'esterno del sito TIMAC AGRO Italia e dei responsabili dello stato di contaminazione ed, inoltre, di prevedere da parte del Comune di Barletta specifiche indagini mirate all'individuazione delle sorgenti di contaminazioni già accertate, delle direzioni di livello locale della falda superficiale e di tutti i possibili percorsi di migrazione di Cromo VI sulla base del più volte citato ex art. 244 del TUA, richiamando le competenze del Sindaco quale autorità sanitaria locale, definita dagli artt. 50 e 54 del TUEL in ordine all'adozione di atti a tutela della salute pubblica;
 - In data 16/03/2017 il Comune di Barletta trasmette con nota 19795 del 15/03/17 bozza della tabella comparativa delle attività compatibili con la deliberazione di iniziativa popolare approvata dal Consiglio Comunale nella seduta del 29/11/202016 sia con quelle prefigurate dalla Regione Puglia;
 - In data 23/03/2017 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. n. 10601-17 del 23/03/2017, in riferimento alla nota n 2243 del 22/02/2017 della Regione Puglia, richiesta alla Regione di circostanziare la precitata nota ai sensi dell'art. 244 comma 1 del D.lgs. 152/06 e s.m.i.;
 - In data 06/04/2017 CNR IRSA trasmette via pec "Relazione tecnica conclusiva";
 - In data 26/04/2017 la Provincia convoca l'ottava seduta al tavolo di concertazione con all'ordine del giorno la Relazione tecnica conclusiva redatta dal Cnr-Irsa e i report sintetici delle attività eseguite dai vari enti firmatari;
 - In data 12/05/2017 si riunisce l'ottava seduta del tavolo di concertazione acquisendo agli atti del tavolo il report per le indagini sulle acque sotterranee dell'Arpa Puglia-Dap Bat (prot. n.30152 del 12/05/2017), gli esiti della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile Barletta-via Trani dal 10/07/2015 al 24/01/2017 dell'Arpa Puglia-Centro Regionale Aria, la nota della Regione Puglia n.5460 del 12/05/2017;
 - In data 12/05/2017 ARPA Puglia trasmette con nota prot. n. 30125 del 12/05/2017 il report di indagine sulle acque sotterranee come previsto dal protocollo d'intesa;

-
- In data 12/05/2017 Regione Puglia invia nota prot. n. 5460 del 12/05/2017, richiesta di chiarimenti riguardanti la documentazione presentate dai sottoscrittori del protocollo d'intesa;
 - In data 18/05/2016 presso il Consiglio Regionale della Puglia V Commissione Consiliare si svolgono le audizioni in merito a "Aggiornamento e stato di attuazione attività di monitoraggio ambientale Area industriale di Barletta";
 - In data 23/05/2017 con prot.n.18089 la Provincia trasmette il verbale provvisorio della seduta del 12/05/2017 richiedendo eventuali modifiche ed integrazione entro 5 giorni dalla trasmissione via Pec;
 - In data 23/05/2017 la Provincia di Barletta Andria Trani invia con nota prot. prov. n. 18089-17 del 23/05/2017 il verbale 8° seduta del Tavolo di Concertazione del 12/05/2017 contenente le consegne finali di tutte le attività svolte come da "Protocollo d'Intesa sul monitoraggio ambientale integrale nel territorio di Barletta";
 - In data 24/05/2017 ASL Bat invia nota recepita con prot. n. 18214-17 del 24/05/2017 dalla Provincia di Barletta Andria Trani, Integrazione Verbale 8° tavolo di concertazione del 12/05/2017;
 - In data 29/05/2017 il Comune di Barletta invia nota prot. n 6314 del 29/05/2017, Integrazione Verbale 8° tavolo di concertazione del 12/05/2017, recepita con nota prot.19281-17 del 31/05/2017 dalla Provincia di Barletta Andria Trani;
 - In data 29/05/2017 il Comune di Barletta invia nota prot. n. 39006/GAB del 29/05/2017, Integrazione Verbale 8° tavolo di concertazione del 12/05/2017;
 - In data 30/05/2017 CNR IRSA invia nota recepita con prot. N. 19491 del 01/06/2017 dalla Provincia di Barletta Andria Trani, Integrazione Verbale 8° tavolo di concertazione del 12/05/2017;
 - In data 01/06/2017 la Provincia di Barletta Andria Trani invia nota prot. n. 19488-17 del 01/06/2017, riscontro nota Regione Puglia e proroga per i termini di consegna di modifiche/integrazioni del verbale del 12/05/2017;
 - In data 01/06/2017 la Provincia di Barletta Andria Trani invia nota prot. n. 19488-17 del 01/06/2017, Riscontro nota Regione Puglia n 6314 del 29/05/2017;
 - In data 06/06/2017 al prot.19999-17 si acquisisce ulteriore contributo dell'Asl Bat al verbale del 12/05/2017;
 - In data 08/06/2017 Regione Puglia invia nota prot. n. 6796 del 08/06/2016, rinnovo istanza di nuovo contraddittorio con tutti i partecipanti all'8° seduta del tavolo di concertazione del 12/05/2017;
 - In data 14/06/2014 la Provincia di Barletta Andria Trani invia nota prot. n 21234-17 del 14/06/2017, trasmissione verbale definitivo all'8° seduta del tavolo di concertazione del 12/05/2017;
 - In data 14/06/2017 la Provincia con nota prot.21217-17 riscontra la nota del Comune di Barletta n.39006 del 29/05/2017 sulle integrazioni al verbale 8° tavolo di concertazione;
-

-
- In data 14/06/2017 la Provincia con nota n.21222-17 riscontra la nota del Cnr-Irsa del 30/05/2017 sulle integrazioni al verbale 8° tavolo di concertazione;
 - In data 15/06/2017 il Cnr-Irsa trasmette alla Provincia (prot.prov.n.21367) il documento denominato "Relazione sulle indagini geo-fisiche con metodologia GPR" datato 6 marzo 2017
 - In data 06/07/2017 la Provincia di Barletta Andria Trani invia nota prot. n. 24573-17 del 06/07/2017, richiesta acquisizione documentazione tecnica come da verbale prot. n. 21234-17 del 14/06/2017.

3. OBIETTIVI DEL PROTOCOLLO D'INTESA

Il protocollo nasce dalla consapevolezza che sul territorio di Barletta è presente una significativa concentrazione di insediamenti industriali comprendenti anche aziende IPCC in regime di AIA confinanti con il contesto urbano, pertanto è emersa la necessità di studiare possibili correlazioni tra impianti autorizzati ed emissioni diffuse e convogliate e contesto territoriale anche alla luce del fatto che in tale contesto e su tale aree, in passato, è stata registrata una significativa pressione sulle matrici ambientali con evidenza di superamenti di valori limite di qualità delle acque di falda.

I soggetti partecipanti al tavolo di concertazione hanno ritenuto opportuno promuovere la realizzazione di una campagna di monitoraggio ed analisi territoriale più approfondita rispetto al monitoraggio già attivo e condotto da ARPA Puglia nel rispetto delle reciproche competenze.

Gli obiettivi del Protocollo d'intesa, di cui all'art. 3, così come sottoscritto dagli Enti e con riferimento alle specifiche competenze sono inerenti:

- l'acquisizione di un quadro ambientale di dettaglio relativamente alla qualità dell'aria e alla presenza di inquinanti nell'area investigata;
- permettere agli Amministratori locali di adottare tutte le misure che consentano di preservare e migliorare il contesto territoriale dal punto di vista ambientale favorendo anche processi di equilibrato e sostenibile sviluppo del territorio armonizzando esigenze di crescita e consolidamento delle attività produttive con l'imperativa tutela della salute e dell'ambiente.

4. CONVENZIONI CNR IRSA

In seguito all'approvazione del *Protocollo d'Intesa sul monitoraggio ambientale integrale nel territorio di Barletta* l'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR ha stipulato apposite convenzioni:

- la prima con la Regione Puglia – Assessorato alla Qualità dell'Ambiente Sezione Ciclo dei Rifiuti e Bonifica al fine di svolgere le seguenti attività:
 - campionamenti di suolo, in porzioni intercluse tra le aree edificate, e nelle acque di falda di pozzi e/o piezometri disponibili nell'area di interesse;
 - determinazioni analitiche finalizzate ad acquisire informazioni sui seguenti parametri:
 1. Parametri chimico-fisici: pH, conducibilità, TDS, Salinità, O₂ Disciolto, Durezza (totale, calcica e magnesiaca), COD, Nitrati, Solfati, Potassio, Fluoruri, Clorurati, Calcio, Fosforo Totale, Ammonio, nitriti, Rame, Carbonati, Bicarbonati, Alcalinità.
 2. Metalli pesanti: alluminio, antimonio, arsenico, boro, berillio, cadmio, cromo totale, Cromo VI, ferro, manganese, mercurio, nichel, piombo, zinco, cobalto.
 3. EOX per l'identificazione di composti alogenati totali estraibili.
 4. Prima valutazione sui seguenti composti: Cloroformio, Tribromometano, 1,2 Dibromoetano, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano, 1,2 Dichloroetano, 1,1 Dichloroetano, 1,2 Dichloropropano, 1,1,2 Trichloroetano, 1,2,3 Trichloropropano, 1,1,2,2 Tetracloroetano, Cloruro di vinile, Clorometano, 1,2Dichloroetilene trans, 1,2 Dichloroetilene cis, 1,1 Dichloroetilene, Trichloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene, Clorobenzene, 1,2Dichlorobenzene 1,3Dichlorobenzene, 1,4 Dichlorobenzene, Trichlorobenzene, 1,2,4 Trichlorobenzene, 1,2,3 n-esano, Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, p-Xilene, o-Xilene, m-Xilene, Cumene, Propilbenzene, metiletilbenzene, Bromobenzene, nitrobenzene, 1,2 Dinitrobenzene, 1,3 Dinitrobenzene, 2,3 Dinitrotoluene, m-nitrotoluene, 1,2 cloronitrobenzene, 1,3 cloronitrobenzene, 1,4 cloronitrobenzene, 1,1,1 Trichloropropano, Cloruro di metilene, Bromometano, Tetracloruro di carbonio, Cloroetano, Bromotrichlorometano, Dichlorodifluorometano, Trichlorofluorometano, Bromuro di vinile, Bromocloroetano, Dichlorobutano, 1,1,1 Trichloroetano, 1,1,1,2 Tetracloroetano, diBromodichloroetano, Bromoclorobenzene, Dichlorociclobutano, Dichlorobutene, MTBE, ETBE, Diiodometano, Propilbenzene, Metiletilbenzene.
 - analisi integrata delle informazioni disponibili e dei risultati ottenuti allo scopo di evidenziare le criticità ed, eventualmente, di prevedere ulteriori approfondimenti;

-
- la seconda con il Comune di Barletta per le seguenti attività:
 - valutazione comparativa delle ortofoto disponibili (*change detection*);
 - rilevazione dei rifiuti tombati mediante l'utilizzo di *Ground Penetrating Radar* (GPR), attività successivamente rimodulata (come definito nella riunione del 21/2/2017 presso la Provincia BAT) a causa di indisponibilità di autorizzazioni all'accesso in proprietà private;
 - analisi delle comunità microbiche;
 - implementazione del sito internet e del WEB GIS per la pubblicazione dei dati;
 - monitoraggio sociale e diffusione delle informazioni ed organizzazione di un processo decisionale partecipativo con il coinvolgimento della comunità locale.

Tutte le predette attività sono state svolte ed i dettagli sono presenti nel seguito del presente documento, in particolare, si riportano:

- al capitolo n. 6 i risultati della valutazione comparativa delle ortofoto disponibili;
- al capitolo n. 8 i risultati e le considerazioni delle attività di campionamento e determinazione analitiche delle matrici suolo e acqua;
- al capitolo n. 9 i risultati delle analisi delle comunità microbiche;
- al capitolo n. 10 i risultati delle attività con il *Ground Penetrating Radar* in aree pubbliche;
- al capitolo n. 11 quanto implementato per la condivisione delle informazioni;
- al capitolo n. 12 le attività svolte in assistenza al Comune di Barletta.

5. AREA DI STUDIO

La città di Barletta sorge in riva al mare Adriatico, all'imboccatura Sud-Ovest del Golfo di Manfredonia, di fronte al promontorio del Gargano, più precisamente sulla costa 5 km a sud-est dalla foce dell'Ofanto ed è ubicata su di un bassopiano compreso tra i 10 e i 15 metri sul livello del mare, conta 94.814 abitanti ed ha una superficie di 149,35 km² quadrati per una densità abitativa di 626,92 abitanti per km².

Il terreno su cui insiste il territorio di Barletta è caratterizzato geologicamente dalla presenza di arenarie, calcareniti, sabbia, argilla e tufo.

L'area di indagine ambientale integrata ricade nella zona industriale della città di Barletta che ha come limite via Andria, punto in cui si integra nella città, si estende parallelamente alla costa per circa 7 km di lunghezza, seguendo via Trani, e si estende dal litorale sud della città per circa 5 km verso l'entroterra.

In seguito ad approfondimenti sulle caratteristiche del territorio, in particolar modo dell'area industriale, e prendendo in esame diverse cartografie ufficiali¹ è stata definita ed in seguito perimetrata l'area di studio con estensione di 159 ha (Figura 1), delimitata ad ovest dal centro abitato e comprendente l'area della cementeria, a nord dall'Ipercoop e dalla TIMAC e parallela alla linea di costa lungo via Trani fino al suo limite sud che coincide con via del Lavoro. L'area di studio, inoltre, si estende dal litorale fino alla rete ferroviaria.

¹ http://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/

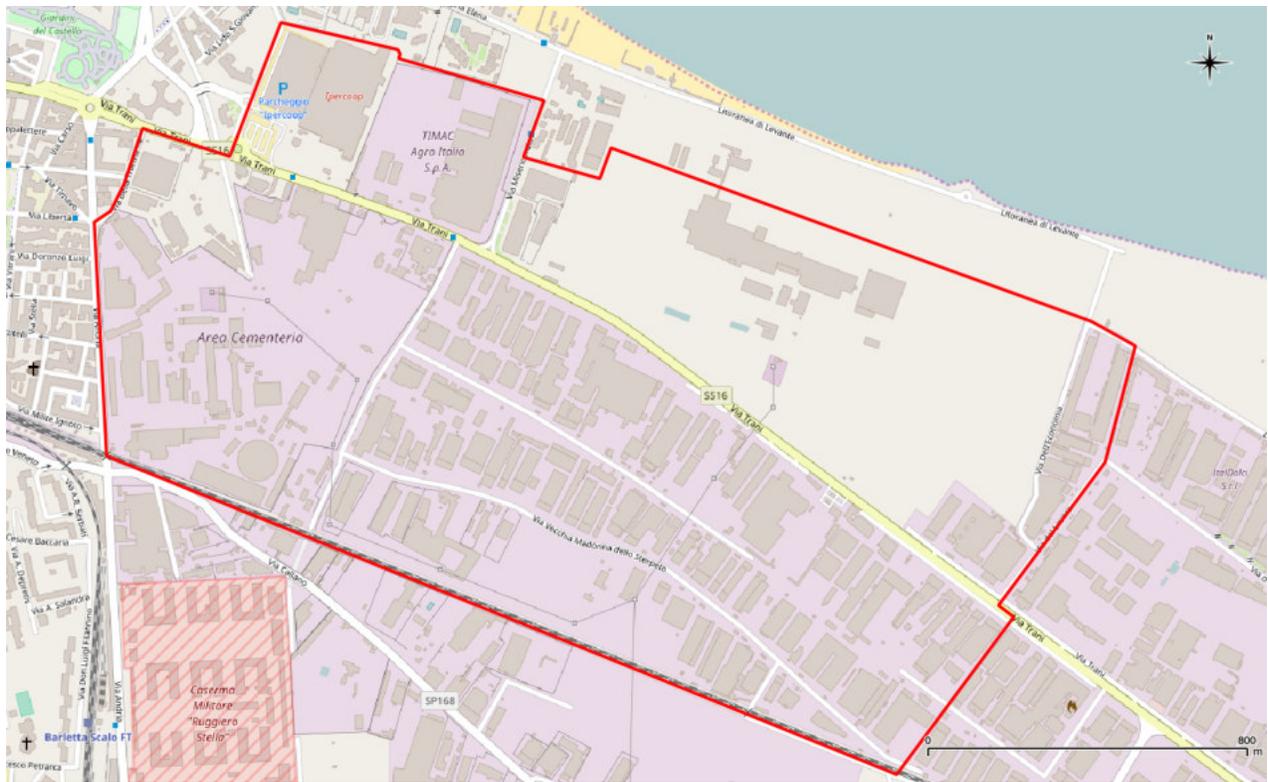


Figura 1 - Area di studio e monitoraggio

6. VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE ORTOFOTO DISPONIBILI

Nella comprensione, investigazione e valutazione di dinamiche territoriali, con i relativi impatti ambientali, la cartografia, le immagini satellitari e quelle provenienti da sensori aviotrasportati, in serie storiche, possono rilevarsi uno strumento utile di analisi, costituendo all'occorrenza un punto di osservazione privilegiato per comprendere l'evoluzione dello stato territoriale ed ambientale di determinate aree.

La *change detection* è quel processo in grado di identificare significative differenze dello stato di un oggetto o di un luogo osservandolo in tempi differenti. Il rilevamento delle modifiche e delle variazioni di un territorio fornisce la misura del quadro di cambiamento in atto, infatti le informazioni che si possono inferire dai cambiamenti in corso, a loro volta rilevati ed evidenziati dall'applicazione della *change detection*, possono da un lato fornire un quadro conoscitivo molto più ampio e dall'altro guidare a intuizioni più tangibili nel processo di comprensione delle cause di tali variazioni e fornire un contributo importantissimo nelle politiche di *Governance*.

Un ulteriore contributo in tal senso deriva dal fatto che negli ultimi tempi si stanno sviluppando tecnologie geo-spaziali per ambienti urbani per poter quindi acquisire informazioni utili ad alto grado di risoluzione sui cambiamenti sub-urbani in aree densamente popolate, proprio come l'area di studio.

In questo specifico "caso di studio" è stata utilizzata la tecnica *Edge Detection* che si basa sulle informazioni ricavabili dai margini di strutture identificabili, sia che esse siano costruzioni che alberi o discontinuità di ogni genere (un esempio è mostrato in Figura 2).



Figura 2: a) Overlay mapping con i nuovi tematismi derivanti dalla ED, b) ortofoto 2006, c) ortofoto 2010.

Le immagini utilizzate sono state quelle ad alta risoluzione (fino a 50 cm) riferibili agli anni 1988, 1997, 2000, 2005, 2006, 2010, 2011, 2013. La tecnica è stata applicata con il software *open*

source per il processamento di immagini telerilevate Orfeo ToolBox in ambiente Linux. I risultati del post processing sono stati raggruppati per differenze temporali e per tipologia. In totale risultano cambiati n. 159 siti. I principali cambiamenti sono attribuibili alla realizzazione di strutture nel tempo (n. 80) pari a 13,7 ha, altri alle modifiche (n. 18), pochi alla rimozione di strutture (n. 20) e anomalie (n. 21), intese come irregolarità-difformità dall'ambiente circostante, altri riportati (n. 20).

7. ELABORAZIONE IMMAGINI DA SATELLITE PER LA DEFINIZIONE DELLA FRATTURAZIONE SUPERFICIALE

La metodologia proposta si poneva l'obiettivo di effettuare un riconoscimento semiautomatico di possibili fratture attraverso elaborazioni su immagini satellitari individuando, in maniera oggettiva e rapida, allineamenti caratterizzati da anomalie igrometriche, termiche e morfologiche, anche non visibili in quanto ricoperti da terreni alloctoni. La procedura d'interpretazione dei *files* digitali, già utilizzata in numerosi altri contesti, si basa sulla localizzazione delle fratture mediante la costruzione di uno scatterogramma delle radianze rilevate dal satellite. L'algoritmo di selezione deriva dalla considerazione che le fratture, anche se parzialmente occluse da terreni sciolti, esercitano un'azione di richiamo dell'acqua, che conferisce al suolo una diversa temperatura ed umidità. La temperatura e l'umidità, insieme alla morfologia del territorio, condizionano la risposta spettrale nelle bande dell'infrarosso e dell'infrarosso termico, consentendo il riconoscimento di fratture.

La procedura riunisce i principali algoritmi usualmente utilizzati per l'interpretazione dei sistemi fratturati, con quelli della classificazione guidata ed automatica delle immagini su personal computer. Tale possibilità di riconoscere l'andamento degli allineamenti strutturali dei sistemi fratturati ha delle importanti utilizzazioni in ambiti ambientali, in quanto consente di individuare delle linee di scorrimento preferenziale delle acque di falda, fornendo elementi utili per la costruzione del modello concettuale. Infatti, il sistema fissurativo influenza direttamente lo scorrimento delle acque superficiali e sotterranee: i corsi d'acqua frequentemente ricalcano gli andamenti delle fratture. Anche il drenaggio sotterraneo nelle acque è fortemente condizionato dalla presenza di fratture, in particolare in rocce lapidee. Inoltre in aree caratterizzate da litologie carbonatiche, lungo le fratture possono impostarsi fenomeni carsici, amplificando il rischio di inquinamento delle acque sotterranee.

Tuttavia la forte antropizzazione dell'area, caratterizzata da una forte cementificazione, non ha consentito di ottenere informazioni utili con la metodologia indicata, che avrebbe potuto fornire utilissime indicazioni. Pertanto l'attività non è stata quotata dal punto di vista economico poiché non vi erano le condizioni per completare la procedura di elaborazione.

8. CAMPIONAMENTI E DETERMINAZIONI ANALITICHE ACQUE E SUOLO

8.1. ACQUE SOTTERRANEE

8.1.1. Attività di campionamento matrice acqua

In riferimento al protocollo d'Intesa, ed in particolare alle due Convenzioni che l'IRSA ha stipulato rispettivamente con la Regione Puglia e con il Comune di Barletta, per eseguire il monitoraggio delle matrici ambientali dell'area industriale di Barletta sono state effettuate n. 2 campagne di campionamento di acque sotterranee prelevate da 22 piezometri dislocati sull'area di studio (Figura 3).

La prima campagna è stata condotta dal 16 al 19 febbraio 2016, la seconda dal 14 al 17 novembre 2016. Durante la prima campagna è stato effettuato un campionamento congiunto con i tecnici dell'ARPA Puglia per tutti i 22 piezometri, mentre nella seconda campagna il campionamento congiunto è avvenuto solo per 7 piezometri.

Le attività di campionamento sono state effettuate come previsto dalla normativa vigente, D.Lgs. 152/2006, eseguendo una prima fase di spurgo (prelevando un volume di acqua pari a 3 volte quello della colonna d'acqua), al fine di poter eliminare l'acqua di ristagno presente nel piezometro, e una seconda fase di campionamento dell'acqua effettuata secondo le metodiche indicate nelle procedure APAT-IRSA.



Figura 3 - Posizionamento piezometri campionati e area di studio

8.1.2. Risultati prima campagna

In seguito ai risultati delle analisi effettuate da CNR IRSA e validate da ARPA Puglia, considerando la georeferenziazione dei risultati, è possibile dare le seguenti valutazioni:

- 1) è presente un superamento delle CSC da SOLFATI che si concentra prevalentemente nella parte centrale e lungo il litorale nord dell'area di monitoraggio; di particolare rilevanza sono le alte concentrazioni riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWB (pari a 520 mg/l), GWF (pari a 280 mg/l), GWG (pari a 540 mg/l), PZ1 (pari a 550 mg/l), PZ3 (pari a 750 mg/l) e PZ6 (pari a 1300 mg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 250 mg/l);
- 2) è presente un superamento delle CSC da AZOTO NITRICO che si concentra prevalentemente lungo il litorale nord e nell'area a sud dell'area di monitoraggio; di particolare rilevanza sono le alte concentrazioni riscontrate nei campioni dei piezometri GWB (pari a 289 mg/l NO₃), GWC (pari a 70,4 mg/l NO₃), GWG (pari a 69,8 mg/l NO₃), GWM (pari a 74,8 mg/l NO₃), GWP (pari a 58,9 mg/l NO₃) e PZ3 (pari a 76,45 mg/l NO₃) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 50 mg/l NO₃);
- 3) è presente un superamento delle CSC da AZOTO NITROSO che si concentra prevalentemente nella parte centrale, verso il litorale, dell'area di monitoraggio, infatti nel campione del piezometro PZ3 è stata rilevata una concentrazione pari a 575 µg/l NO₂ con valori leggermente più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 500 µg/l NO₂);
- 4) è presente un superamento delle CSC da CROMO VI che si concentra prevalentemente nella parte centro nord dell'area di monitoraggio; di particolare rilevanza sono le alte concentrazioni riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWF (pari a 56,42 µg/l), GWG (pari a 86,12 µg/l), PZ1 (pari a 63,85 µg/l) e PZ6 (pari a 71,27 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 5 µg/l);
- 5) è presente un superamento delle CSC da CLOROFORMIO (pari a 0,15 µg/l) nei piezometri GWL (pari a 0,49 µg/l) e PZ3 (pari a 0,26 µg/l);
- 6) è presente un superamento delle CSC da 1,2 DICLOROPROPANO che si concentra nella parte a sud, lungo il litorale, e a monte dell'area di monitoraggio; concentrazioni più alte

-
- del limite di legge (pari a 0,15 µg/l) sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWC (pari a 0,16 µg/l), GWD (pari a 0,20 µg/l) e GWQ (pari a 0,47 µg/l);
- 7) è presente un superamento delle CSC da 1,1 DICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni, infatti, sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWA (pari a 0,08 µg/l), GWC (pari a 1,5 µg/l), GWD (pari a 0,71 µg/l), GWP (pari a 0,2 µg/l) e GWQ (pari a 38,00 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 0,05 µg/l);
- 8) è presente un superamento delle CSC da TRICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale nella zona a sud e nella parte centrale dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni dei piezometri: GWM (pari a 3,20 µg/l), GWP (pari a 1,8 µg/l), GWQ (pari a 69,00 µg/l) e PZ6 (pari a 2,90 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 1,5 µg/l);
- 9) è presente un superamento delle CSC da TETRACLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale nella zona a sud dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWD (pari a 4,20 µg/l), GWM (pari a 12,00 µg/l) e GWQ (pari a 1,90 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 1,10 µg/l).

Si evidenzia che ARPA Puglia ha effettuato, durante questa campagna, ulteriori indagini per l'identificazione di superamenti della CSC da SELENIO e CROMO TOTALE. In particolare, per il SELENIO è stato riscontrato un superamento legge delle CSC nei piezometri: GWB (pari a 40,225 µg/l), GWG (pari a 21,520 µg/l), PZ1 (pari a 14,854 µg/l), PZ3 (pari a 27,155 µg/l) e PZ6 (pari a 50,213 µg/l). Relativamente al CROMO TOTALE sono stati evidenziati superamenti significativi del valore limite di legge (pari a 10 µg/l) nei piezometri: GWF (pari a 62,263 µg/l), GWG (pari a 91,3 µg/l), PZ1 (pari a 75,450 µg/l) e PZ6 (pari a 71,881 µg/l).

8.1.3. Risultati seconda campagna

In seguito ai risultati delle analisi effettuate da CNR IRSA, validate da ARPA Puglia, tenendo conto della georeferenziazione dei risultati, è possibile dare le seguenti valutazioni:

-
- 1) è presente un superamento delle CSC dei SOLFATI che si concentra prevalentemente nella parte centrale e lungo il litorale nord dell'area di monitoraggio; di particolare rilevanza sono le alte concentrazioni riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWE (pari a 259 mg/l), GWG (pari a 390 mg/l), PZ1 (pari a 590 mg/l), PZ3 (pari a 810 mg/l) e PZ6 (pari a 1310 mg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 250 mg/l);
 - 2) è presente un superamento delle CSC dell'AZOTO NITRICO che si concentra prevalentemente lungo il litorale dell'area di monitoraggio; infatti, alte concentrazioni sono state riscontrate nei piezometri GWB (pari a 85 mg/l), GWG (pari a 51,4 mg/l) e PZ3 (pari a 85 mg/l) con valori più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 50 mg/l);
 - 3) è presente un superamento delle CSC del NICHEL (pari a 20 µg/l) in corrispondenza del piezometro PZ3 (pari a 76,07 µg/l);
 - 4) è presente un superamento delle CSC del SELENIO che si concentra prevalentemente nella zona nord dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWB (pari a 47,42 µg/l), GWG (pari a 20,48 µg/l), PZ1 (pari a 15,19 µg/l), PZ3 (pari a 28,07 µg/l) e PZ6 (pari a 52,29 µg/l) con valori più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 10 mg/l);
 - 5) è presente un superamento delle CSC del CROMO TOTALE (pari a 50 µg/l) che si concentra prevalentemente nella parte centro nord dell'area di monitoraggio; infatti, alte concentrazioni sono state riscontrate nei piezometri: GWF (pari a 72,01 µg/l), GWG (pari a 98,56 µg/l), PZ1 (pari a 79,62 µg/l) e PZ6 (pari a 74,85 µg/l);
 - 6) è presente un superamento delle CSC del CROMO VI che si concentra prevalentemente nella parte centro nord dell'area di monitoraggio; infatti sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWF (pari a 61,02 µg/l), GWG (pari a 88,79 µg/l), GWR (pari a 22,34 µg/l), PZ1 (pari a 67,70 µg/l) e PZ6 (pari a 70,94 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 5 µg/l);
 - 7) è presente un superamento delle CSC del CLOROFORMIO (pari a 0,15 µg/l), nei piezometri: GWL (pari a 0,57 µg/l), GWM (pari a 0,19 µg/l) e PZ3 (pari a 0,33 µg/l);
 - 8) è presente un superamento delle CSC del 1,1 DICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni sono state

riscontrate nei campioni dei piezometri: GWC (pari a 0,88 µg/l), GWD (pari a 0,62 µg/l), GWM (pari a 0,06 µg/l), GWP (pari a 0,23 µg/l) e GWQ (pari a 10,56 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 0,05 µg/l);

- 9) è presente un superamento delle CSC del 1,2 DICLOROPROPANO (pari a 0,15 µg/l), che si concentra prevalentemente nella parte a sud, lungo il litorale e a monte dell'area di monitoraggio, nei campioni dei piezometri GWD (pari a 0,28 µg/l), GWQ (pari a 0,54 µg/l) e PZ6 (pari a 0,15 µg/l);
- 10) è presente un superamento delle CSC del TRICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale nella zona a sud e nella parte centrale dell'area di monitoraggio; di particolare rilevanza sono le alte concentrazioni riscontrate nei campioni dei piezometri GWM (pari a 2,88 µg/l), GWQ (pari a 18,81 µg/l) e PZ6 (pari a 2,65 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 1,5 µg/l);
- 11) è presente un superamento delle CSC del TETRACLOROETILENE che si concentra prevalentemente in prossimità del litorale, nella zona a centro nord dell'area di monitoraggio; alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni prelevati dai piezometri: GWD (pari a 2,60 µg/l), GWM (pari a 9,54 µg/l) e PZ4 (pari a 1,30 µg/l) con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge (pari a 1,10 µg/l);

8.1.4 Conclusioni

In seguito ai risultati delle analisi effettuate da CNR IRSA, validate da ARPA Puglia, ed attraverso un'analisi anche delle concentrazioni puntuali ottenute dai campioni dei due monitoraggi effettuati ad una distanza di circa 9 mesi è possibile dare le seguenti valutazioni.

- 1) Nell'area di studio è presente una contaminazione da SOLFATI che si concentra prevalentemente nella parte centrale e lungo il litorale nord dell'area di monitoraggio. Tale contaminazione è risultata costante e significativa nei piezometri GWG, PZ1, PZ3 e PZ6 con un trend in decrescita nel piezometro GWG ed in crescita nei piezometri PZ1 e PZ3; restano costanti le concentrazioni rinvenute nelle due campagne di monitoraggio nel piezometro PZ6. Di particolare interesse è il trend in decrescita con rientro nei limiti di

legge dei piezometri GWB e GWF, anche se quest'ultimo resta in uno stato di attenzione in quanto le concentrazioni sono prossime al limite di soglia.

- 2) Nell'area di studio è presente una contaminazione da AZOTO NITRICO che si concentra prevalentemente lungo il litorale dell'area di monitoraggio. Tale contaminazione è risultata costante e significativa nei piezometri GWB, GWG e PZ3 con un trend in decrescita nei piezometri GWB e GWG (in quest'ultimo avendo un superamento di piccolissima entità,) mentre il trend è in crescita nel piezometro PZ3. Di particolare interesse è il trend in decrescita con rientro nei limiti di legge dei piezometri GWC, GWM e GWP. Si denota in tutti i piezometri una decrescita di concentrazione dell'elemento analizzato.
- 3) Nell'area di studio è presente una contaminazione da AZOTO NITROSO in un unico punto, ossia al piezometro PZ3, non riscontrata nella seconda campagna (il valore risulta leggermente inferiore ai limiti e pertanto da attenzionare). Da notare come sia il piezometro GWC che il piezometro GWG abbiano riscontrato un aumento della concentrazione nella seconda campagna di monitoraggio.
- 4) Nell'area di studio è presente una contaminazione da NICHEL che si concentra in un unico punto dell'area di monitoraggio, ossia al piezometro PZ3, con valori alti misurati solo nella seconda campagna di monitoraggio. Negli altri piezometri le concentrazioni risultano pressoché costanti. I dati della prima campagna di monitoraggio sono stati elaborati da ARPA Puglia.
- 5) Nell'area di studio è presente una contaminazione da SELENIO che si concentra prevalentemente nella zona nord, di particolare rilevanza alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni appartenenti ai piezometri GWB, GWG, PZ1, PZ3 e PZ6 con valori alti in entrambe le campagne di monitoraggio e con una concentrazione pressoché costante (anche nei piezometri con valori al di sotto dei limiti di legge). I dati della prima campagna di monitoraggio sono stati elaborati da ARPA Puglia.
- 6) Nell'area di studio è presente una contaminazione da CROMO TOTALE che si concentra prevalentemente nella parte centro nord dell'area di monitoraggio, di particolare rilevanza alte concentrazioni riscontrate nei campioni appartenenti ai piezometri GWF, GWG, PZ1 e PZ6 con valori alti in entrambe le campagne di monitoraggio. Sono stati

riscontrati anche valori pressoché costanti anche nei piezometri con concentrazioni al di sotto dei limiti di legge. I dati della prima campagna di monitoraggio sono stati elaborati da ARPA Puglia.

- 7) Nell'area di studio è presente una contaminazione da CROMO VI che si concentra prevalentemente nella parte centro nord dell'area di monitoraggio. Tale contaminazione è risultata costante e oltre il limite imposto dalla legge (pari a 5 µg/l) nei piezometri GWF, GWG, GWR, PZ1 e PZ6 con valori molto alti. Si denota in tutti i piezometri una stabilità di concentrazione dell'elemento analizzato.
- 8) Nell'area di studio è presente una contaminazione da CLOROFORMIO che si concentra prevalentemente nella parte nord dell'area di monitoraggio ed in un punto in prossimità del litorale. Tale contaminazione è risultata costante e significativa nei piezometri GWL, GWM e PZ3 con valori molto più alti rispetto al limite imposto dalla legge. Si denota in tutti i piezometri una stabilità di concentrazione dell'elemento analizzato.
- 9) Nell'area di studio è presente una contaminazione da 1,1 DICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale dell'area di monitoraggio. Tale contaminazione è risultata costante e significativa nei piezometri GWC, GWD, GWM, GWP e GWQ con valori molto più alti rispetto al valore limite imposto dalla legge e con un trend in crescita; importante è sottolineare che nella prima campagna gli unici piezometri risultanti contaminati dal presente composto fossero solo i piezometri GWC, GWD e GWQ e che i piezometri GWM e GWP sono ubicanti nella parte interna dell'area di studio e a monte idrico rispettivamente di GWC e GWD il primo(ossia GWM) e di GWQ il secondo (ossia GWP).
- 10) Nell'area di studio è presente una contaminazione da 1,2 DICLOROPROPANO che si concentra prevalentemente nella parte a sud, lungo il litorale, di particolare rilevanza alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni appartenenti ai piezometri GWD, GWQ e PZ6 con valori molto alti. Il piezometro PZ6 presenta una concentrazione con un trend in crescita, diversamente dai piezometri GWB e GWG che presentano concentrazioni stabili nelle due campagne. Da rilevare come il piezometro GWC che presentava un superamento dei limiti di legge nella prima campagna ha rilevato una concentrazione inferiore nella seconda ma prossima al valore soglia.

11) Nell'area di studio è presente una contaminazione da TRICLOROETILENE che si concentra prevalentemente lungo il litorale nella zona a sud e nella parte centrale dell'area di monitoraggio. Di particolare rilevanza alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni appartenenti ai piezometri GWM, GWQ e PZ6 con valori molto più alti rispetto al valore limite imposto dalla legge (pari a 1,5 µg/l). Il piezometro GWQ presenta una concentrazione con un trend in crescita, diversamente dai piezometri GWM e PZ6 che presentano concentrazioni stabili nelle due campagne. Da rilevare come il piezometro GWP che presentava un superamento dei limiti di legge nella prima campagna ha rilevato una concentrazione inferiore nella seconda ma prossima al valore soglia. Sono risultati stabili le concentrazioni dei restanti piezometri.

12) Nell'area di studio è presente una contaminazione da TETRACLOROETILENE che si concentra prevalentemente su un punto in prossimità del litorale nella zona a centro nord dell'area di monitoraggio, di particolare rilevanza alte concentrazioni sono state riscontrate nei campioni appartenenti ai piezometri GWD, GWM e PZ4 con valori molto alti. Il piezometro PZ4 presenta una concentrazione con un trend in crescita, infatti, nella prima campagna di monitoraggio non era stata rilevata alcuna contaminazione diversamente dai piezometri GWD e GWM che presentano concentrazioni con un trend in decrescita. Da rilevare che il piezometro GWQ che presentava un superamento dei limiti di legge nella prima campagna ha rilevato una concentrazione inferiore nella seconda campagna. Sono risultati stabili le concentrazioni dei restanti piezometri.

8.2. SUOLO

8.2.1 Attività di campionamento matrice suolo

L'attività del campionamento della matrice suolo si è svolta dal 15 al 17 novembre 2016. E' stato effettuato un campionamento di suolo superficiale su n. 11 punti rappresentativi selezionati sulla base dei possibili impatti e in prossimità dei piezometri dell'area di monitoraggio (Figura 4). Il campionamento è stato effettuato in maniera puntiforme ed è stato svolto in presenza della

Polizia Provinciale e dell'addetto del Comune di Barletta. Su tutti i campioni sono state effettuate le analisi chimico fisiche per la determinazione qualitativa del suolo campionato.

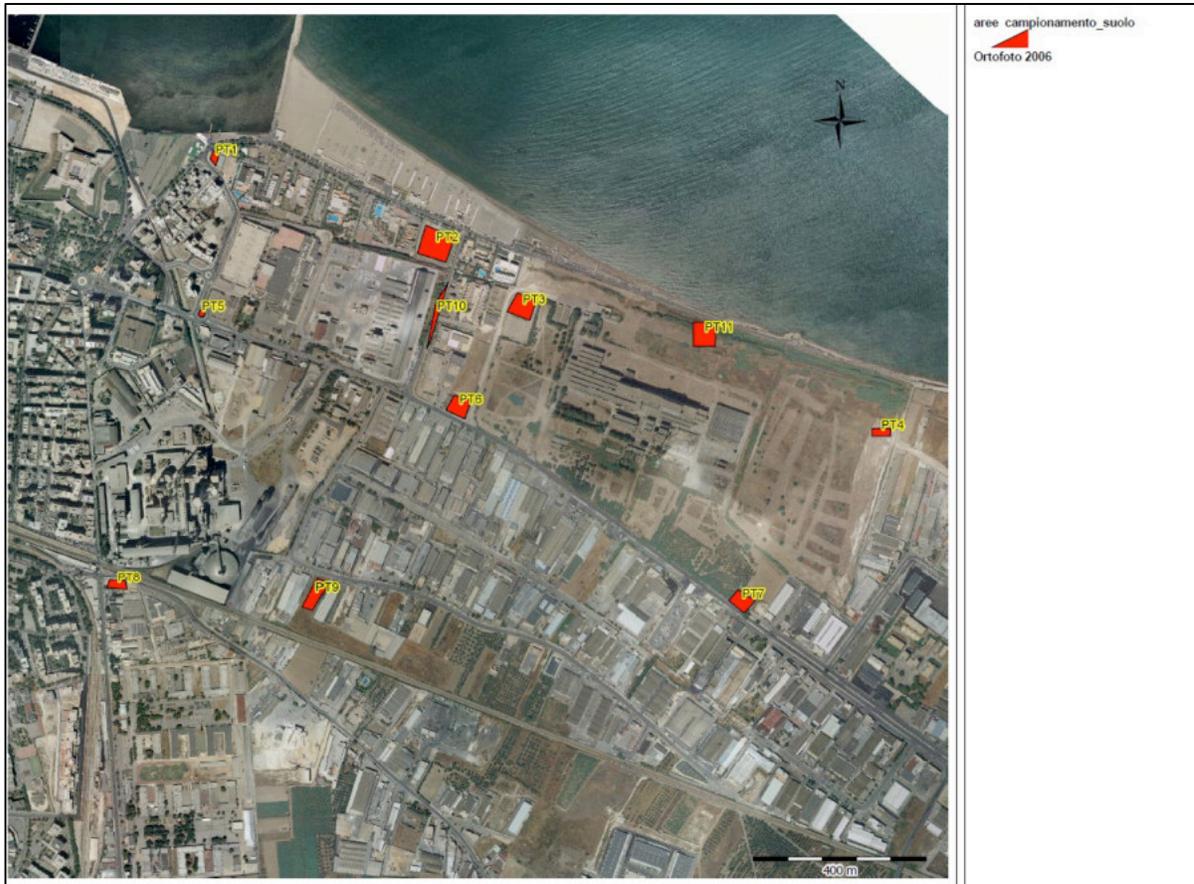


Figura 4 - Aree di campionamento della matrice suolo

8.2.2 Risultati e Conclusioni

Sulla base dell'analisi e tenendo presente i VALORI LIMITI (CSC) riportati nella Tabella 1 Colonna A "Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale" del Allegato 5 al D.Lgs. 152/2006, è possibile dire che:

- 1) PT1 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,30; la sostanza organica presente nel campione risulta bassa, pari a 12,839 g/Kg di ss e il rapporto C/N risulta alto, pari a 21,9. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli pertanto, l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta poco

calcareo, poiché la concentrazione di CaCO_3 risulta pari a 1 g/Kg di ss. con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile pari a 0.29 mg/Kg P di ss. e presenta uno scheletro abbondante. La capacità di scambio cationico è pari a 5.2 cmol(+)/kg di ss. pertanto con scarsa disponibilità di cationi (causa il possibile dilavamento dal suolo). Non sono presenti superamenti dei valori normativi relativamente ai composti inorganici in esame.

- 2) PT2 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6.63; la sostanza organica presente nel campione risulta bassa, pari a 19.559 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta alto, pari a 16.44. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto, l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta poco calcareo, concentrazione pari a 1 g/Kg espressi in ss. con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile, pari a 1.17 mg/Kg di ss. e presenta uno scheletro frequente. La capacità di scambio cationico è pari a 10.1 cmol(+)/kg di ss. È presente il superamento dei valori normativi (pari a 1 mg/Kg di ss.) relativamente allo stagno con una concentrazione pari a 7.487 mg/Kg di ss.
- 3) PT3 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6.62; la sostanza organica presente nel campione risulta bassa, pari a 12.698 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta alto, pari a 15.031. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta poco calcareo, concentrazione pari a 1g/Kg di ss. con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile pari a 0.17 mg/Kg P di ss e presenta uno scheletro abbondante; la tessitura è franco-argillosa. La capacità di scambio cationico è pari a 12.3cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente allo stagno con una concentrazione pari a 1.388 mg/kg di ss, con limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.
- 4) PT4 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6.47; la sostanza organica risulta medio-bassa, pari a 18.344 g/Kg di ss ed il rapporto C/N risulta alto, pari a 15.88. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto, l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta non calcareo con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile pari a 0.33 mg/Kg di ss e presenta uno scheletro frequente; la tessitura è franco-argillosa. La capacità di scambio cationico è pari

-
- a 12 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente a: berillio, con una concentrazione di 3,526 mg/kg di ss con il limite normativo pari a 2 mg/kg di ss.; stagno con una concentrazione pari a 2,483 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.
- 5) PT5 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,54; la sostanza organica presente nel campione risulta media, pari a 20,219 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta alto, pari a 16,278. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0.4 g/kg di ss e rivela una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile, pari a 0.81 mg/Kg P di ss e presenta uno scheletro abbondante. La capacità di scambio cationico è pari a 12.5 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente a: berillio, con una concentrazione di 3,864 mg/kg di ss con il limite normativo pari a 2 mg/kg di ss; stagno con una concentrazione pari a 3,230 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.
- 6) PT6 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,42; la sostanza organica presente nel campione risulta molto bassa, pari a 0.873 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta basso, pari a 2,66. Tali risultati sono indice di scarsa umificazione della sostanza organica e rapida mineralizzazione, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta libero. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0,6 g/kg di ss. con una concentrazione bassa di fosforo assimilabile pari a 9,0 mg/Kg P di ss. e presenta uno scheletro frequente; la tessitura è franco-sabbiosa. La capacità di scambio cationico è pari a 12.1 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente a: stagno, con una concentrazione pari a 3,550 mg/kg di ss con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.; zinco con concentrazione pari a 168,758 mg/kg di ss con il limite normativo pari a di 150 mg/kg di ss.
- 7) PT7 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,46; la sostanza organica presente nel campione risulta molto bassa, pari a 0.874 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta basso, pari a 1,87. Tali risultati sono indice di scarsa umificazione della sostanza organica e rapida mineralizzazione, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta libero. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0.7 g/kg di ss con una
-

concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile, pari a 0,41 mg/Kg P di ss. e presenta uno scheletro frequente; la tessitura è franco-sabbiosa. La capacità di scambio cationico è pari a 10,0 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente allo stagno con una concentrazione pari a 1,844 mg/kg di ss con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.

- 8) PT8 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,45; la sostanza organica presente nel campione risulta media, pari a 20,758 g/Kg di ss e il rapporto C/N risulta alto, pari a 19,113. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0,9 g/kg di ss. e con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile, pari a 0,45 mg/Kg P di ss. e presenta uno scheletro abbondante. La capacità di scambio cationico è pari a 7,2 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente allo stagno con una concentrazione pari a 1,329 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.
- 9) PT9 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,41; la sostanza organica presente nel campione risulta molto bassa, pari a 0,873 g/Kg di ss. e il rapporto C/N risulta basso, pari a 1,368. Tali risultati sono indice di scarsa umificazione della sostanza organica e rapida mineralizzazione, pertanto, l'azoto della sostanza organica risulta libero. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0,1 g/kg di ss, con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile pari a 0,19 mg/Kg P di ss e presenta uno scheletro abbondante; la tessitura è franco-argillosa. La capacità di scambio cationico è pari a 11,5 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente a: berillio, con una concentrazione pari a 4,998 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 2 mg/kg di ss; stagno, con una concentrazione pari a 12,243 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.; tallio, con concentrazione pari a 1,213 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.
- 10) PT10 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,06; la sostanza organica presente nel campione risulta elevata, pari a 22,105 g/Kg di ss e il rapporto C/N risulta alto, pari a 15,082. Tali risultati sono indice di processi di mineralizzazione pressoché nulli, pertanto l'azoto della sostanza organica risulta immobilizzato. Il

campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0,5 g/kg di ss; con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile, pari a 3,88 mg/Kg P di ss. e presenta uno scheletro frequente. La capacità di scambio cationico è pari a 6,4 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente a: arsenico, con una concentrazione pari a 51,405 mg/kg di ss, con il limite normativo pari a 20 mg/kg di ss.; piombo, con concentrazione pari a 525,428 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 100 mg/kg di ss.; selenio, con una concentrazione pari a 3,244 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 3 mg/kg di ss.; stagno, con concentrazione pari a 5,112 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.; zinco, con concentrazione pari a 264,757 mg/kg di ss. con il limite normativo pari a 150 mg/kg di ss.

11)PT11 - il campione risulta essere leggermente acido con pH pari a 6,37; la sostanza organica presente nel campione, pari a 15,252 g/Kg di ss. risulta bassa in relazione alla tessitura franco-sabbiosa-argillosa; il rapporto C/N risulta normale, pari a 9,41. Tali risultati sono indice di una situazione di equilibrio tra sostanza organica umidificata e mineralizzata pertanto l'azoto della sostanza organica risulta stabile. Il campione risulta non calcareo con concentrazione pari a 0,7 g/kg di ss; con una concentrazione molto bassa di fosforo assimilabile pari a 1,70 mg/Kg di ss e presenta uno scheletro abbondante. La capacità di scambio cationico è pari a 8,0 cmol(+)/kg di ss. Sono emersi superamenti dei valori normativi relativamente allo stagno con concentrazione pari a 2,215 mg/kg di ss con il limite normativo pari a 1 mg/kg di ss.

Se, altrimenti, si considerano i VALORI LIMITI (CSC) riportati nella Tabella 1 Colonna B "Siti ad uso Commerciale e Industriale" del Allegato 5 al D.Lgs. 152/2006, si rileva un unico superamento nel punto PT10 per il parametro Arsenico, la cui concentrazione risultata pari a 51,405 mg/kg di ss è superiore alla CSC pari a 50,0 mg/kg di ss.

9. ANALISI DELLE COMUNITÀ MICROBICHE MATRICE ACQUA E SUOLO

9.1. Introduzione

La caratterizzazione dell'intera comunità batterica rappresenta uno strumento utile per il monitoraggio della qualità dell'acqua, fornendo una valutazione dell'entità e della distribuzione della contaminazione che prescinde dai singoli parametri indagati. Inoltre, la comparsa in una matrice ambientale di specifici *taxa*, introdotti da fonti alloctone, può essere associata con l'introduzione o l'aumento della concentrazione di specifici contaminanti chimici.

Per quel che concerne la matrice suolo, essendo i batteri organismi unicellulari semplici ed ubiquitari, sono spesso i primi a segnalare la presenza di sostanze contaminanti nell'ambiente attraverso evidenti cambiamenti di tipo numerico e funzionale a livello di popolazione. Si stima che un suolo in buona salute possa ospitare fino a 1010 cellule batteriche per grammo.

9.2. Matrice acqua

9.2.1. Prima fase: screening batterico

Al termine della prima fase è stato effettuato uno screening qualitativo delle comunità batteriche presenti nella porzione di falda analizzata e descritta precedentemente. Lo screening è stato effettuato per l'identificazione delle specie presenti e poter avviare così uno studio mirato. Con il campionamento della prima fase è stata effettuata un'analisi del DNA Batterico con le tecniche biomolecolari standard, descritte nel report conclusivo, utilizzando dei *primer* specifici ed in particolare per l'identificazione delle specie indicate in (Tabella 1).

La presenza di tali specie ha fornito un'indicazione della tipologia di vita batterica presente in falda che risulta largamente sovrapponibile ai profili di elementi chimici ritrovati con le analisi chimico fisiche effettuate.

Tabella 1 - Analisi biomolecolari condotte nei 22 piezometri: (+) indica la presenza microbica rilevata con primer specifici.

Ceppi Individuati	GWA	GWB	GWC	GWD	GWE	GWG	GWH	GWI	GWL	GWM	GWN	GWO	GWQ	GWR	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6
Fingerprinting/Gr filogenetico																				
Acquificalus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thermosulfobacterium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thermotogales		+	+			+	+	+				+	+		+		+	+		
Holophaga	+				+			+	+			+		+			+	+		
Green non sulfur	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Actinobacteria	+		+	+				+					+		+					
Synergistes		+		+	+			+					+	+					+	
Cyanobacteria	+		+		+			+	+			+		+			+		+	
Fibrobacter		+	+						+			+	+	+		+		+		
Geen sulfur	+	+	+	+	+	+						+	+	+	+	+	+	+	+	+
Proteobacteria	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Individuazione specie																				
Acidobacteria bacterium	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Acinobacterium sp	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Aeromonas hydrophila	+	+	+			+	+		+			+	+		+		+	+	+	+
bacillus cereus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
bacillus subtilis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Camphilobacter	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Dehalococcoides ethenogenes	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Desulfovibrio	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Escherichia coli	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Shighella sp	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Solfobatteri																				
Desulphovibrio vulgaris	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Desulfotomaculum	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Desulfosporosimus	+	+	+	+		+	+					+	+	+		+	+	+	+	+
Nitrobatteri																				
bifidobacterium		+	+				+					+	+					+	+	
Enterococcus faecalis		+	+				+					+	+					+	+	
NITROBACTER	+			+		+	+					+	+							
BACTEROIDES-PREVOTELLA			+									+	+							
Cromoresistenti a Cr(VI)																				
Exiguobacterium						+	+								+	+				+
Ochrobactrum						+	+								+	+				+
Brevibacterium						+	+								+	+				+
Ochrobactrum intermedium						+	+								+	+				+
Arthrobacter crystallopoietes						+	+								+	+				+
Bacillus maroccanus						+	+								+	+				+
Bacillus cereus						+	+								+	+				+
Corynebacterium hoagii						+	+								+	+				+
Bacillus circulans						+	+								+	+				+
Bacillus megaterium						+	+								+	+				+
Frankia						+	+								+	+				+
Ochrobactrum Tritici						+	+								+	+				+
Pseudomonas						+	+								+	+				+
Pseudomonas stutzeri						+	+								+	+				+
Cromoriduttori Cr(VI) - Cr(III)																				
Exiguobacterium						+	+	+							+	+				+
Ochrobactrum						+	+	+							+	+				+
Burkholderia cepacia						+	+	+							+	+				+
Pseudomonas stutzeri						+	+	+							+	+				+
D. Vulgaris strain Hildenborough						+	+	+							+	+				+
Cellulomonas flavigena						+	+	+							+	+				+
Brevibacterium						+	+	+							+	+				+
Ochrobactrum intermedium						+	+	+							+	+				+
Bacillus maroccanus						+	+	+							+	+				+
Corynebacterium hoagii						+	+	+							+	+				+

9.2.2. Seconda fase: identificazione ceppi batterici nelle aree con particolari superamenti

Durante il secondo campionamento sono state prelevate aliquote per l'identificazione delle specie batteriche ed in particolare per identificare il possibile andamento della contaminazione attraverso lo studio di particolari ceppi batterici.

Le acque campionate sono state filtrate utilizzando un filtro con diametro dei pori di 0,22 μm in policarbonato e successivamente dal filtro è stato estratto il DNA ed è stata effettuata la determinazione dell'abbondanza batterica e della vitalità cellulare.

Al fine di identificare specifiche specie batteriche presenti sono stati selezionati i campioni dei piezometri GWA, GWB, GWG, GWL, GWM, GWN, PZ1, PZ5 e PZ6 che presentano una particolare contaminazione da cromo esavalente e da nitrati e che sono ubicati nella sub-area 1 (Figura 5).



Figura 5 - Punti selezionati nella sub-area 1 per l'identificazione dei microrganismi correlati alle contaminazioni individuate con analisi chimico-fisiche

9.2.3. Discussione dati analisi biomolecolari

Nei diversi piezometri è stata riscontrata minore abbondanza e vitalità lì dove si ha una maggiore tossicità dovuta alla presenza di alte concentrazioni di elementi quali cromo esavalente

(piezometri GWG, PZ1, PZ6). Risulta invece un incremento di abbondanza e vitalità lì dove vi è una contaminazione di composti che sono anche importanti nutrienti per i batteri come i nitrati (piezometro GWB).

Le analisi biomolecolari hanno permesso di identificare le specie correlate direttamente alla contaminazione presente e in particolare:

- 1) è stata rilevata presenza di **Nitrobacter** nei campioni GWA, GWB, GWQ, GWM e GWN correlata ad una potenziale contaminazione da nitrati. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Nitrobacter* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 2) è stata rilevata presenza di **Enterococcus faecalis** nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Enterococcus faecalis* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 3) è stata rilevata presenza di **Enterococcus faecium** nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Enterococcus faecium* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 4) è stata rilevata presenza di **Bifidobacterium** nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Bifidobacterium* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 5) è stata rilevata presenza di **Desulfovibrio** nei campioni GWG, GWM, PZ1, PZ5 e PZ6. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Desulfovibrio* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 6) è stata rilevata presenza di **Pseudomonas sp. G1DM21** nei campioni, GWG, GWL, GWM, GWN, GWQ, PZ1, PZ5, PZ6. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Pseudomonas sp. G1DM21* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;

-
- 7) è stata rilevata presenza di **Bacillus**, nei campioni GWG, PZ1, PZ5 e PZ6. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Bacillus* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata;
- 8) è stata rilevata presenza di **Lactobacillus** nei campioni GWG, PZ1, PZ5 e PZ6. La presenza di tale specie è stata verificata amplificando DNA proveniente da una colonia pura di *Lactobacillus* selezionata con l'utilizzo di un terreno selettivo per la specie indicata.

9.3. Matrice suolo

9.3.1. Identificazione specie batteriche e attività microbiche

Sui campioni di suolo prelevati è stata effettuata un'analisi di identificazione batterica attraverso l'analisi dell'abbondanza microbica, conta vitale batterica, estrazione del DNA batterico dai campioni di suolo e resa di estrazione.

9.3.2. Risultati analisi biomolecolari condotte sui campioni di suolo

Nei campioni di suolo analizzati l'abbondanza batterica media misurata è risultata pari a 70×10^6 cellule per grammo, con un valore massimo in corrispondenza del campione PT10 (115×10^6 cellule/g), ed una vitalità cellulare media dell'80%. La presenza di metalli pesanti nel suolo esercita una pressione selettiva sulle popolazioni batteriche, favorendo i microrganismi resistenti, in particolare i batteri gram-negativi, che mostrano una maggiore tolleranza alle elevate concentrazioni di metalli. Attraverso Nested PCR e primer specifici è stata dunque ricercata nei campioni la presenza di specie e gruppi batterici metallo-resistenti quali: *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas* spp, *Bacillus* spp, *Cupriavidus* spp, *Achromobacter* spp e *Staphilococcus* spp. *Pseudomonas aeruginosa*, batterio gram-negativo, è stato identificato in tutti i campioni di suolo, eccetto PT1, mostrando resistenza ad arsenico, piombo, stagno e zinco. Inoltre, i batteri del genere *Pseudomonas* sono in grado di legare alla superficie cellulare i composti organo-stannici, sottraendoli all'ambiente circostante.

Un altro gruppo di batteri metallo-resistente, appartenente al genere *Aeromonas*, invece, utilizza il tributilstagno come fonte di carbonio, degradandolo in composti meno tossici. La presenza di *Aeromonas* è stata evidenziata nei campioni PT6 e PT10 in cui si riscontrano superamenti delle CSC relative allo stagno, oltre a zinco, arsenico e piombo.

In entrambi i campioni PT6 e PT10 è stata, inoltre, identificata, la presenza dei generi *Bacillus*, *Cupriavidus* e *Staphylococcus*, resistenti ad elevate concentrazioni di zinco e piombo.

Batteri del genere *Achromobacter* sono stati identificati solo nel campione PT10. Si tratta di batteri gram-negativi che si rinvencono in suoli in cui è presente un'elevata concentrazione di arsenico (51 mg/kg in PT10). Questi microrganismi arsenico-tolleranti sono anche in grado di ossidare l'arsenico trivalente ad arsenico pentavalente, ossia la forma meno tossica, meno solubile e meno mobile.

10. Indagini indirette nel primo sottosuolo mediante l'utilizzo di GPR

Di seguito saranno descritte le attività, metodologie e risultati conseguiti delle attività di "Indagini indirette nel primo sottosuolo mediante l'utilizzo di GPR". Le attività sono state svolte dal personale dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque – CNR U.O.S. di Bari in data 6 marzo 2017 in un tratto di via Trani nel territorio comunale di Barletta.

La metodologia geofisica GPR permette di investigare la struttura e la composizione del sottosuolo attraverso l'analisi delle riflessioni di onde elettromagnetiche (onde e.m.) emesse da un'antenna trasmittente caratterizzata da una determinata frequenza, scelta in funzione del target di indagine.

Durante l'esecuzione di un'indagine con metodologia GPR, la variazione del parametro fisico di riferimento nella prospezione radar (costante dielettrica) definisce una anomalia, che si traduce in una differente risposta (riflessione) del materiale attraversato alla propagazione delle onde e.m.. Le applicazioni della metodologia GPR sono molteplici e spaziano dalla ricostruzione della geometria del sottosuolo alla individuazione di cavità naturali o fratture, alla ricerca di sottoservizi (cavità antropiche, condotte, cisterne), all'individuazione di discariche abusive fino alla ricerca archeologica.

L'attività è consistita nell'esecuzione di prospezioni geofisiche con metodo GPR (*Ground Penetration Radar*) finalizzate alla ricerca di eventuali sottoservizi o strutture, esistenti e attive in passato e che a tutt'oggi potrebbero convogliare acque di scarico o acque contaminate nella falda sottostante tramite immissione, delle stesse, in una antica cunetta, che un tempo convogliava acque di scarico, e che oggi è stata ricoperta da manto stradale di un tratto di via Trani.

Le prospezioni geofisiche sono state eseguite sul campo con il georadar, strumento acquisito dal Polo Scientifico e Tecnologico - Magna Grecia che coinvolge l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, il Politecnico di Bari, il CNR ed Arpa Puglia.

L'indagine geofisica si è svolta in un tratto di via Trani, una delle principali vie di comunicazione della città. L'indagine è stata svolta nel tratto compreso nel rettangolo rosso in Figura 6.

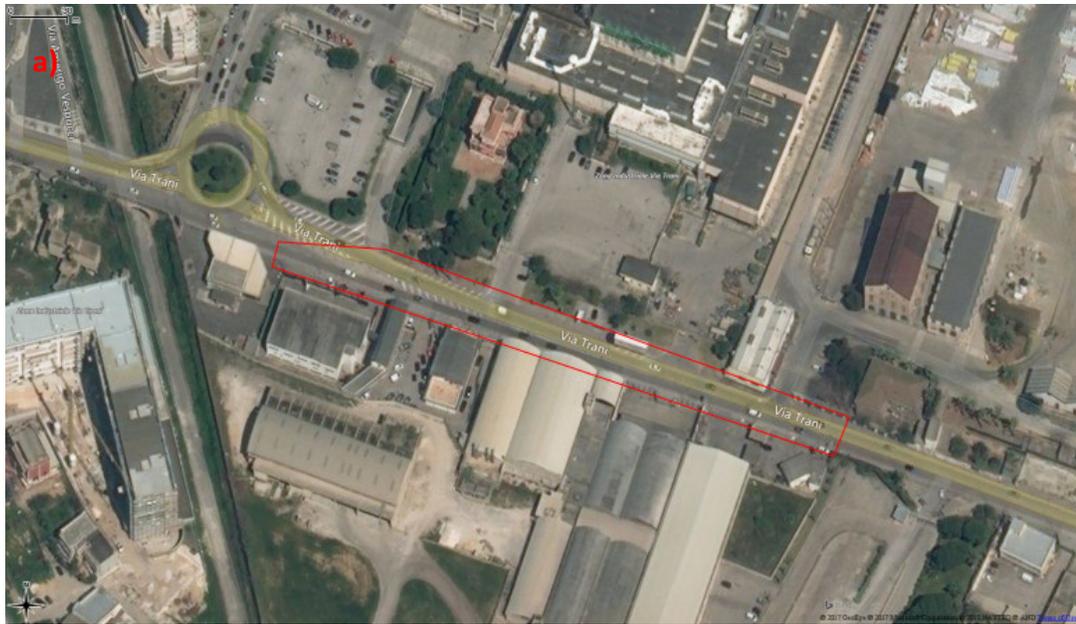


Figura 6: a) Tratto stradale lungo via Trani su cui è stata eseguita l'indagine geofisica; b) tracce di scansione con georadar.

Alla luce delle elaborazioni delle tracce acquisite con il georadar è stato possibile verificare la presenza di diverse anomalie (intese come riflessione intensa del segnale e.m. e non come contaminazione) nel sottosuolo. È, inoltre, stata verificata l'assenza di sottoservizi fognari o tubazioni di qualunque tipo che terminano nella cunetta posta al di sotto del piano stradale.

11. Implementazione del sito internet e del WEB GIS per la pubblicazione dei dati

Con la finalità di favorire l'accesso alle informazioni da parte dei cittadini, dei portatori d'interesse e delle Istituzioni direttamente coinvolte è stato implementato un WebGIS sincronizzato con le banche dati grafiche ed alfanumeriche tra loro opportunamente interfacciate (Figura 7). È stata implementata un'innovativa soluzione GIS realizzata utilizzando prevalentemente tecnologie *open source* (software liberi e aperti a chiunque agli sviluppi futuri) che integrano le tipiche funzionalità di un GIS con strumenti di data hosting (con archiviazione e backup) e strumenti di sintesi statistica (tabelle, grafici, report) e georiferita (mappe digitali). Il WebGIS è accessibile attraverso i siti istituzionali dei soggetti coinvolti direttamente all'indirizzo: http://ptcpbat.dynalias.org/barletta/map_uilayout.phtml

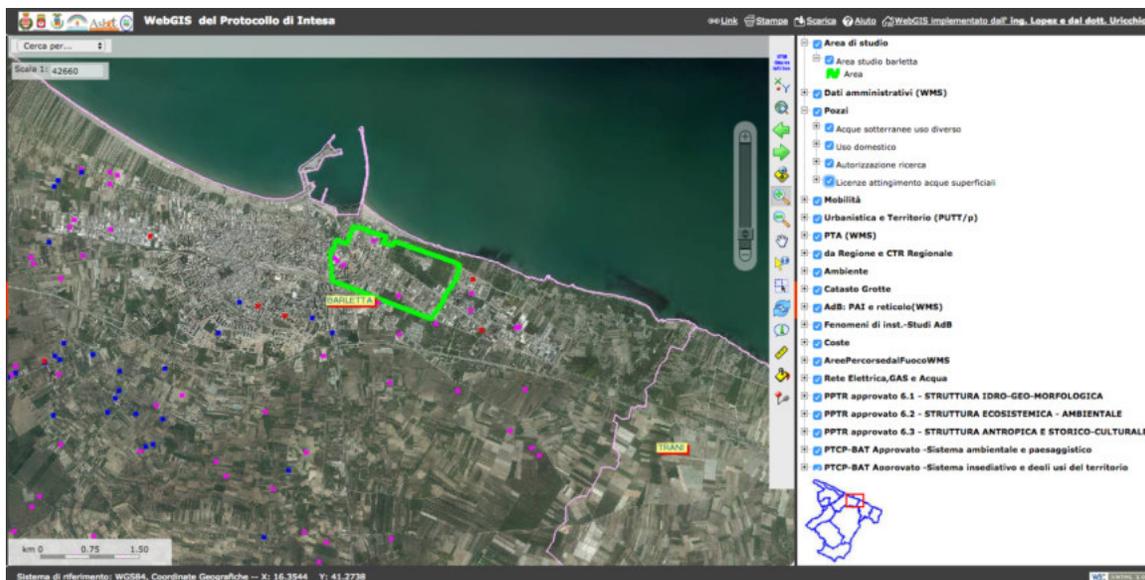


Figura 7 - Schermata principale del WebGIS.

12. Attività di assistenza al Comune di Barletta per censimento aziende e geolocalizzazione nell'area di indagine

Gli Enti coinvolti nel protocollo di intesa durante la 5^a seduta del tavolo di concertazione del 23/02/2016, hanno affidato al CNR –IRSA l'incarico di supporto al Comune di Barletta in merito alla messa a punto di una scheda di censimento delle aziende e delle attività ad esse correlate che rientrano nell'area di studio in oggetto. Nel mese di luglio 2016 è stata avviata l'attività di censimento da parte della Polizia Locale Municipale. La scheda tecnica di censimento, elaborata dal CNR – IRSA e condivisa da tutti gli Enti, è stata consegnata all'aziende che in seconda battuta l'hanno inviata al Comune di Barletta compilata in tutti i suoi campi. La finalità di questo censimento è anche quello di comprendere se in alcune aree in cui è stata identificata una certa contaminazione delle matrici insistono aziende che trattano dei prodotti e materie prime che possano essere la causa di tale contaminazione.

In totale su un totale di n. 368 aziende presenti nell'area di monitoraggio hanno compilato e consegnato la documentazione n. 146 aziende. Tutte le schede sono state inviate dall'Ufficio Ambiente del Comune di Barletta al CNR IRSA che ha provveduto alla georeferenziazione orientativa delle aziende. Tutte le schede possono essere visualizzate attraverso il WebGIS di progetto nell'area riservata, infatti, cliccando sul relativo punto del *layer* informativo corrispondente si potrà consultare la relativa scheda compilata (Figura 8).

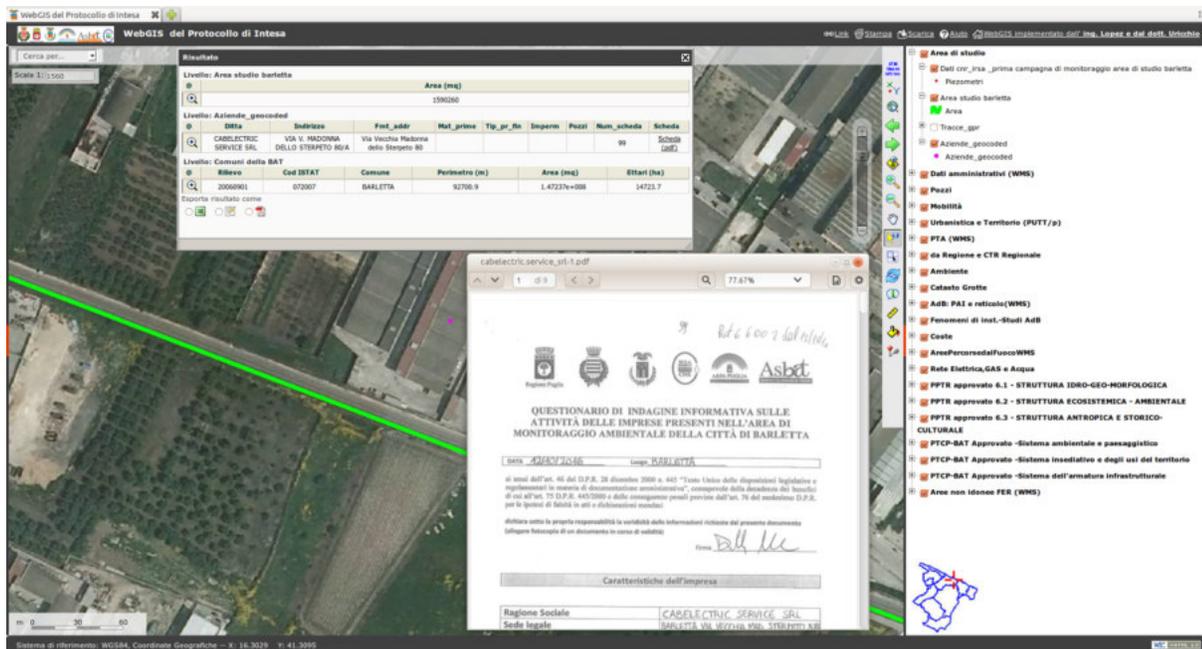


Figura 8 – Esempio di interrogazione e visualizzazione scheda in formato pdf geolocalizzata.

13. Analisi delle informazioni disponibili e dei risultati ottenuti allo scopo di orientare ulteriori approfondimenti

Le indagini effettuate nell'ambito dello svolgimento delle attività previste da parte del CNR IRSA all'interno del "Protocollo d'intesa per la realizzazione di un monitoraggio ambientale nel territorio della Città di Barletta" è stato possibile accertare quanto di seguito riportato.

- 1) I risultati della *change detection*, raggruppati per differenze temporali e per tipologia, indicano che, su un totale di n. 159 siti perimetrati, i principali cambiamenti sono attribuibili: 1) alla realizzazione di strutture nel tempo (n. 80) per una superficie totale pari a 13,7 ha, 2) a modifiche di strutture già esistenti (n. 18), 3) alla rimozione di strutture (n. 20), 4) alla presenza di alcune anomalie, intese come difformità dal contesto circostante (n. 21), 5) altri cambiamenti (n. 20).
- 2) Le analisi chimiche dei campioni di acqua di falda prelevati dai 22 piezometri nelle due campagne di indagine hanno messo in evidenza una non conformità ai limiti di legge (D.Lgs. 152/06) per i seguenti analiti: solfati, azoto nitrico, azoto nitroso, 1,1 dicloroetilene, 1,2 dicloropropano, nichel, selenio, cromo totale, cromo esavalente e tetracloroetilene (Figure 9 e 10).
- 3) Le analisi chimiche dei campioni di suolo hanno rilevato, con riferimento ai valori della colonna A, Tabella 1, Allegato 5 del D.Lgs. 152/06 (Figura 11). In particolare, un superamento rispetto alla CSC è stato evidenziato per l'arsenico (campione PT10); l'arsenico è contaminante che è possibile rinvenire in aree industriali poiché presente, per esempio, in pigmenti, vernici e saponi ed è utilizzato per disattivare i catalizzatori impiegati nei processi produttivi. Inoltre, in tale punto di investigazione le analisi chimiche dei metalli pesanti hanno evidenziato superamenti delle CSC relativamente ai seguenti metalli: piombo, selenio, stagno e zinco. L'elaborazione statistica dei dati ha evidenziato, inoltre, una correlazione positiva (pearson's $r= 0,884$) tra le concentrazioni di piombo e arsenico rilevata nei campioni PT2, PT5, PT6, PT9 e PT10, indicando una relazione moderatamente forte tra le variabili piombo e arsenico. Dal momento che il valore di *p-value* ottenuto risulta inferiore a 0,05 (0,0007) la correlazione tra piombo e arsenico risulta statisticamente significativa. Alla luce di

quanto esposto è quindi plausibile che nel punto PT10 sia presente una contaminazione storica da piombo e arsenico. Nel campione di suolo PT10 è stato, inoltre, rilevato un lieve superamento della concentrazione soglia normativa di selenio. In tutti i campioni analizzati, eccetto PT1, è stato riscontrato il superamento della CSC dello stagno fino a valori dodici volte superiori il limite di legge di 1 mg/kg (12 mg/kg di Sn rilevati in PT9). Nei campioni analizzati la concentrazione media di zinco misurata si attesta intorno a 90 mg/kg, con superamenti in PT6 e PT10 (concentrazioni rispettivamente di 168 e 264 mg/kg). Altri superamenti riscontrati hanno riguardato il berillio e, in misura minore, il tallio. per quanto riguarda il berillio, si riscontra una concentrazione superiore al limite normativo nei campioni PT6, PT7 e PT9. Qualora vengano considerati i VALORI LIMITI (CSC) riportati nella Tabella 1 Colonna B "Siti ad uso Commerciale e Industriale" del Allegato 5 al D.Lgs. 152/2006, è possibile rilevare un unico superamento nel punto PT10 per il parametro Arsenico, la cui concentrazione risultata pari a 51,405 mg/kg di ss è superiore alla CSC pari a 50,0 mg/kg di ss (Figura 12).

- 4) L'analisi delle comunità microbiche della matrice acque e suolo, effettuata individuando la regione 16S del DNA batterico, ha permesso di identificare le specie correlate direttamente ai composti chimici rilevati. Per quanto concerne la matrice acqua è stata identificata la presenza di: *Nitrobacter* nei campioni GWA, GWB, GWQ, GWM e GWN correlata ad una potenziale contaminazione da nitrati; *Enterococcus faecalis* nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN correlata ad una potenziale contaminazione da nitrati proveniente da refluo urbano; *Enterococcus faecium* nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da nitrati proveniente da refluo urbano; *Bifidobacterium* nei campioni GWA, GWB, GWL, GWM e GWN che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da nitrati dovuta a contaminazione antropica da refluo urbano; *Desulfovibrio* nei campioni GWG, GWM, PZ1, PZ5 e PZ6 che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da cromo VI in falda; *Pseudomonas* Sp. G1DM21 nei campioni, GWG, GWL, GWM, GWN, GWQ, PZ1, PZ5, PZ6 che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da cromo VI in falda; *Bacillus*,

nei campioni GWG, PZ1, PZ5 e PZ6 che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da cromo VI in falda; *Lactobacillus* nei campioni GWG, PZ1, PZ5 e PZ6 che correla la presenza della specie ad una potenziale contaminazione da cromo VI in falda.

Tabella 2 – Specie batteriche ed analiti con superamenti delle CSC osservati nei piezometri indagati.

Specie batterica riscontrata	Piezometro	Potenziale contaminazione correlata
<i>Nitrobacter</i>	GWA, GWB, GWQ, GWM e GWN	Nitrato
<i>Enterococcus faecalis</i>	GWA, GWB, GWL, GWM e GWN	Nitrato proveniente da refluo urbano
<i>Enterococcus faecium</i>	GWA, GWB, GWL, GWM e GWN	Nitrato proveniente da refluo urbano
<i>Bifidobacterium</i>	GWA, GWB, GWL, GWM e GWN	Nitrato origine antropica da refluo urbano
<i>Desulfovibrio</i>	GWG, GWM, PZ1, PZ5 e PZ6	Cromo VI
<i>Pseudomonas</i> Sp. G1DM21	GWG, GWL, GWM, GWN, GWQ, PZ1, PZ5, PZ6	Cromo VI
<i>Bacillus</i>	GWG, PZ1, PZ5 e PZ6	Cromo VI
<i>Lactobacillus</i>	GWG, PZ1, PZ5 e PZ6	Cromo VI

Nei campioni di suolo analizzati l'abbondanza batterica media misurata è risultata pari a 70×10^6 cellule per grammo, con un valore massimo in corrispondenza del campione PT10 (115×10^6 cellule/g), ed una vitalità cellulare media dell'80%. Attraverso nested pcr e primer specifici è stata dunque ricercata nei campioni la presenza di specie e gruppi batterici metallo-resistenti quali: *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas* Spp, *Bacillus* Spp, *Cupriavidus* Spp, *Achromobacter* Spp, *Staphilococcus* Spp.. *Pseudomonas aeruginosa*, batterio gram-negativo, è stato identificato in tutti i campioni di suolo, eccetto PT1, mostrando resistenza ad arsenico, piombo, stagno e zinco, così come riportato in letteratura. Inoltre, i batteri del genere *Pseudomonas* sono in grado di legare alla superficie cellulare i composti organostannici, sottraendoli all'ambiente circostante. Un altro gruppo di batteri metallo-resistente, appartenente al genere *Aeromonas*, invece, utilizza il tributilstagno come fonte di carbonio, degradandolo in composti meno tossici. La presenza di *Aeromonas* è stata evidenziata nei campioni PT6 e PT10 in cui si riscontrano superamenti delle CSC relative allo stagno, oltre a zinco, arsenico e piombo. In entrambi i campioni PT6 e PT10 è stata inoltre identificata, la presenza dei generi *Bacillus*, *Cupriavidus* e *Staphilococcus*, resistenti ad elevate concentrazioni di zinco e piombo. Batteri del genere *Achromobacter* sono stati identificati solo nel campione PT10. Si tratta di batteri gram-negativi che si rinvencono

in suoli in cui è presente un'elevata concentrazione di arsenico (51 mg/kg in PT10). Questi microrganismi arsenico-tolleranti sono anche in grado di ossidare l'arsenico trivalente ad arsenico pentavalente, ossia la forma meno tossica, meno solubile e meno mobile.

Tabella 3 – Specie batteriche ed analiti con superamenti delle CSC osservati nei suoli campionati.

Specie batterica riscontrata	Punto di suolo indagato	Potenziale contaminazione correlata
<i>Pseudomonas aeruginos</i>	In tutti i punti tranne nel PT1	Resistenza ad arsenico, piombo, stagno e zinco
<i>Aeromonas Spp</i>	In tutti i punti	Resistenza ad arsenico, piombo, stagno e zinco
<i>Bacillus Spp</i>	In tutti i punti	Resistenza ad piombo e zinco
<i>Cupriavidus Spp</i>	In tutti i punti	Resistenza ad piombo e zinco
<i>Achromobacter Spp</i>	Solo in PT10	Resistenza ad alte concentrazioni di arsenico
<i>Staphilococcus Spp.</i>	In tutti i punti	Resistenza ad piombo e zinco

- 5) Le indagini indirette nel primo sottosuolo mediante l'utilizzo di GPR alla luce delle elaborazioni delle tracce acquisite con il georadar ha verificato l'assenza di sottoservizi fognari o tubazioni di qualunque tipo che terminano nella cunetta posta al di sotto del piano stradale.
- 6) È stata implementata un'innovativa soluzione GIS realizzata utilizzando prevalentemente tecnologie open source (software liberi e aperti a chiunque agli sviluppi futuri) che integrano le tipiche funzionalità di un GIS con strumenti di data hosting (con archiviazione e backup), con strumenti di sintesi statistica (tabelle, grafici, report) e georiferita (mappe digitali), pubblicazione su web.

Risultati indagini chimiche acque sotterranee Prima Campagna



Figura 9 – Piezometri con superamenti delle CSC (in rosso) e piezometri senza superamenti delle CSC (in verde).



Risultati indagini chimiche acque sotterranee Seconda Campagna



Figura 10 – Piezometri con superamenti delle CSC (in rosso) e piezometri senza superamenti delle CSC (in verde).



Risultati indagini chimiche suolo

Col. A Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale
Decreto legislativo 03.04.2006, n. 152
Tabella 1 - Allegato 5 al Titolo V della Parte quarta - Valori di
concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla
specificità destinazione d'uso dei siti da bonificare.

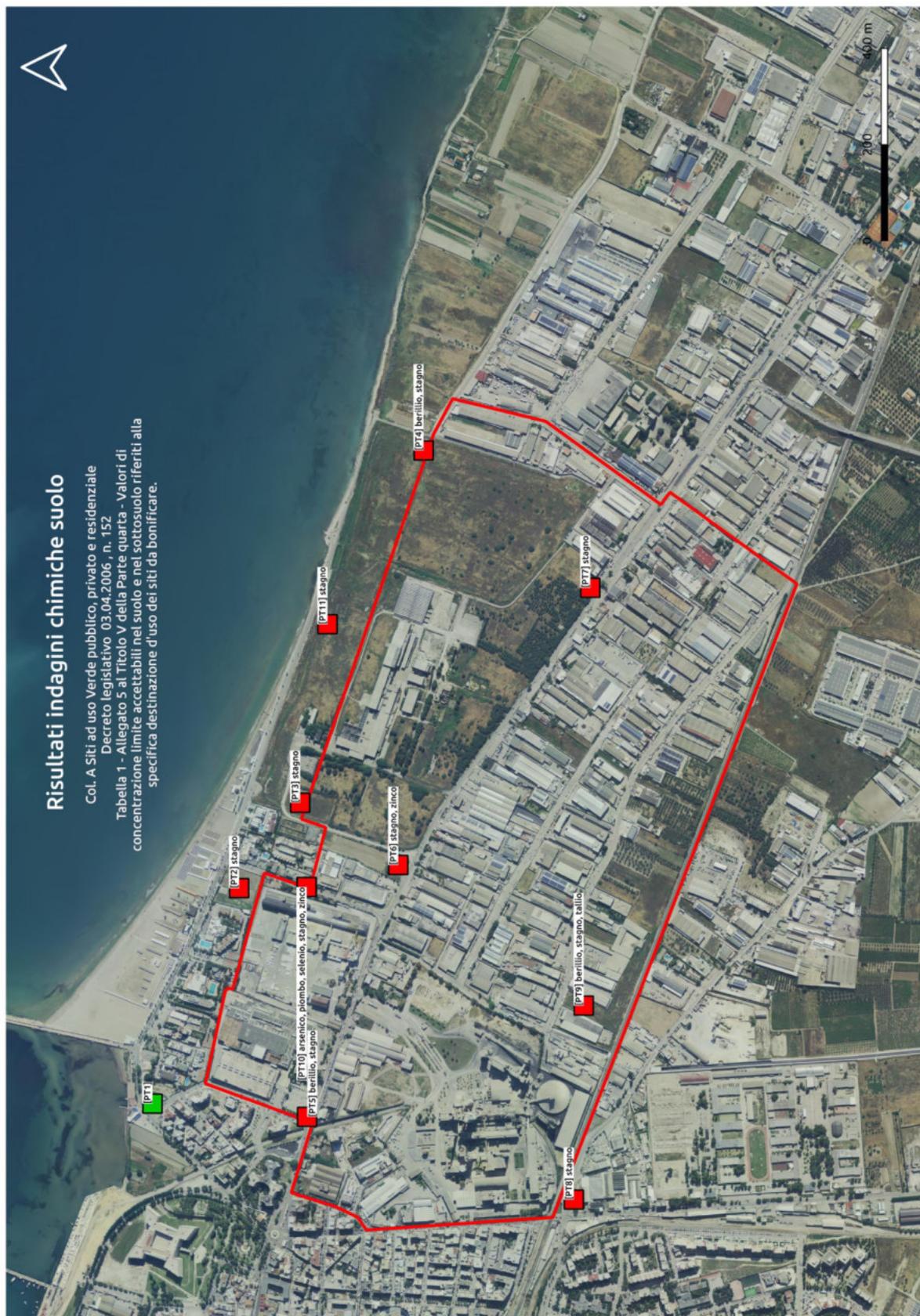


Figura 11 –Punti di campionamento di suolo con superamenti delle CSC (in rosso) e punti senza superamenti delle CSC (in verde).



Risultati indagini chimiche suolo

Co.L.B Siti ad uso Commerciale e industriale
Decreto legislativo 03.04.2006, n. 152
Tabella 1 - Allegato 5 al Titolo V della Parte quarta - Valori di
concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla
specificità destinazione d'uso dei siti da bonificare.



Figura 12 –Punti di campionamento di suolo con superamenti delle CSC (in rosso) e punti senza superamenti delle CSC (in verde).

Allo stato attuale è stato possibile individuare particolari criticità legate a fonti di contaminazione di diversa entità e natura non ancora identificabili in maniera precisa a causa di una rete di punti di campionamento a maglia molto ampia. Quanto sinora realizzato ha permesso di evidenziare e localizzare, per alcuni analiti, superamenti delle CSC fissate dalla normativa vigente, fornendo in tal modo, una utile base per la definizione delle ulteriori e necessarie attività di approfondimento.

Ciò è in linea con le esigenze di identificare con esattezza le fonti di inquinamento e di procedere all'identificazione di eventuali rischi al fine di attivare anche piani di monitoraggio delle matrici ambientali e attente valutazioni epidemiologiche.

È importante e doveroso sottolineare, come già rappresentato negli incontri dei tavoli di concertazione del Protocollo di Intesa, che è necessario effettuare uno studio idrogeologico di dettaglio dell'area in studio al fine di comprendere le dinamiche di trasporto e destino dei composti chimici presenti nelle acque di falda in concentrazioni superiori ai limiti di legge.

Ne consegue che, alla luce dei risultati ottenuti si rende necessario sviluppare una ulteriore fase di indagine al fine di poter identificare, con maggior dettaglio risolutivo, l'esatta ubicazione delle differenti sorgenti di contaminazione. In tal senso si propone dunque di effettuare uno studio idrogeologico sito specifico dell'area di indagine, attraverso l'utilizzo di modelli di flusso della falda e di trasporto dei contaminanti utili e necessari per la definizione del Modello Concettuale del Sito. Tutti i risultati sinora acquisiti, derivanti dalle determinazioni analitiche e biomolecolari concorreranno significativamente alla definizione del suddetto modello, in un'area caratterizzata da numerose pressioni antropiche e da complessità idrogeologiche legate anche alla presenza di un articolato sistema fissurativo.

A tal fine, nel successivo quadro sinottico si riportano le attività che si dovrebbero sviluppare.

Attività proposte	Azioni da effettuare
<p>Realizzazione di nuove perforazioni di sondaggio con condizionamento a piezometri</p>	<p>Definizione delle localizzazioni in cui effettuare le perforazioni di sondaggio sulla base della rete di monitoraggio attiva, dell'assetto morfologico, geologico, idrogeologico, della presenza, sia attuale, sia nel passato, di opere, impianti e installazioni, della valutazione della presenza di percorsi favorevoli alla migrazione dei contaminanti.</p> <p>Georeferenziazione con GPS differenziale. Redazione della stratigrafia, ricostruzione della superficie piezometrica. Condizionamento a piezometro per le misurazioni di livello ed il campionamento di acque di falda.</p>
<p>Valutazione comparativa delle ortofoto disponibili per un'area più ampia</p>	<p>Mappatura delle superfici interessate da modifiche significative della copertura del suolo attraverso elaborazioni da effettuarsi sulle ortofoto disponibili nel periodo 1988-2015.</p>
<p>Valutazione modellistica dell'andamento delle linee di flusso della falda e dei contaminati</p>	<p>L'applicazione modellistica si rende necessaria poiché non può essere trascurata l'eterogeneità dell'acquifero e poiché sussistono condizioni di perturbazione dell'andamento naturale della falda. L'attività prevede l'utilizzo di modelli matematici supportati dai dati raccolti nell'ambito della prima e della seconda fase, con la finalità di elaborare un modello di flusso di falda e di trasporto dei contaminanti.</p>
<p>Campionamenti e determinazioni analitiche acque sotterranee e del suolo</p>	<p>Determinazioni analitiche tese ad accertare le condizioni dello stato di falda e del suolo</p>
<p>Analisi delle comunità microbiche delle acque sotterranee e del suolo</p>	<p>Determinazioni microbiologiche sulla matrice acqua e del suolo come di seguito definite: Identificazione specie/specifica con l'utilizzo di tecniche biomolecolari per la caratterizzazione di presenza di contaminanti legati alle attività metaboliche delle specie microbiche e per la creazione di correlazioni tra i siti contaminati e fonti di contaminazione attraverso la complementarità delle specie batteriche; Caratterizzazione filogenetica della Comunità batterica.</p>