



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Commissario di Governo per le Bonifiche e
la Tutela delle Acque nella Regione Campania



ACCORDO DI PROGRAMMA

Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese
nel Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale



INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLA FALDA DEL SIN NAPOLI ORIENTALE E REALIZZAZIONE DELLA PRIMA FASE ATTUATIVA PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

RELAZIONE SUL PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Elaborato

ED 08

Redatto da



SOGESID

Project Manager :
Ing. Rosanna GRADO

IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Carlo MESSINA



Il Responsabile
del Procedimento
Ing. Pasquale PARENTE

GRUPPO DI LAVORO

Ing. R. GRADO
(opere di bonifica, civili, idrauliche, monitoraggio)
Ing. M.T. BERNARDO
(Interferenze, impianto trattamento, espropri)
Geol. P. MARTINES (geologia, sismica)
Geol. A. CARLONI (modello idrogeologico)
Biol. S. RANIA (analisi contaminazione, studi
ambientali, monitoraggio)
Arch. E. CONFORTI (studio urbanistico)
Ing. G. LA CORTE (strutture, geotecnica)
Ing. B. FERRARO (elaborati economici)
Ing. L. PERGAMO (rilievo)
Ing. F. RIBOLDI (Impianto trattamento)
Geom. A. DE AMICIS (sicurezza)
Arch. S. CICINELLI - Geom. M. TEMPESTA -
Dott.ssa F. MONCADA (elaborati grafici)

Cod. Commessa

Codice

Nome file

Data : Maggio 2016

CAM 805

PD

ED

0

0

8

rev.
2

CAM805_PDEG008_2

Rev.

Data

Descrizione modifica

verificato

approvato

0

lug/2015

1ª Emissione

1

gen/2016

2ª Emissione CdS Istruttoria MATTM 7/10/2015

2

mag/2016

3ª Emissione Riunione Tecnica MATTM 8/4/2016

INDICE

1. PREMESSA	1
1.1. Descrizione sintetica delle opere previste in progetto.....	1
1.2. Opere di Prima fase	3
1.3. Tipologie e finalità del monitoraggio	5
2. MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO	6
2.1. Monitoraggio idrochimico.....	7
2.2. Monitoraggio piezometrico	9
2.3. Localizzazione dei piezometri - interventi di I Fase	10
2.3.1. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT C .	10
2.3.2. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT D .	11
2.3.3. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT E .	13
2.4. Localizzazione dei piezometri - interventi delle fasi successive.....	15
2.4.1. Piezometri per la valutazione dell'efficacia della MISPT A.....	15
2.4.2. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT B .	17
2.4.3. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT F..	18
3. MONITORAGGIO CONOSCITIVO	21
3.1. Monitoraggio conoscitivo piezometrico.....	25
3.2. Monitoraggio conoscitivo idrochimico	25
4. INDAGINI PROPEDEUTICHE AL PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO DI PRIMA FASE	26
5. MONITORAGGIO DI CONTROLLO	27

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Planimetria degli interventi previsti in progetto nella prima fase e nelle fasi successive.	4
Figura 2.1 – Area centrale del SIN, interventi di progetto MiSPT C, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mc1-Mc11 di monte, Mc13-Mc17 di valle).	11
Figura 2.2 – Area nord del SIN (Fintecna), interventi di progetto MiSPT D, MiS Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Md1-Md7 di monte, Md8-Md11 di valle).	13
Figura 2.3 – Area nord del SIN (SS 162 dir), interventi di progetto MiSPT E, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Me1-Me8 di monte, Me9-Me10 di valle, oltre la possibilità di valutare anche i dati forniti dai piezometri Md1-Md2).	14
Figura 2.4 – Area sud-ovest del SIN, interventi di progetto MiSPT A, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti e di nuova realizzazione (Ma1-Ma10 di monte, Ma11-Ma20 di valle).	16
Figura 2.5 – Area sud del SIN, interventi di progetto MiSPT B, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mb1-Mb8 di monte, Mb9-Mb13 di valle).	18
Figura 2.6 – Area del depuratore di San Giovanni a Teduccio, interventi di progetto MiSPT F, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mf1-Mf4 di monte, Mf5-Mf6 di valle).	19
Figura 3.1 - Monitoraggio conoscitivo nell'area ovest del SIN lungo il confine con le aree urbane, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.	22
Figura 3.2 - Monitoraggio conoscitivo nella zona ad est della MiSPT B – area compresa tra Tirreno Power e il depuratore di San Giovanni a Teduccio, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.	23
Figura 3.3 - Monitoraggio conoscitivo nell'area a est stabilimento Q8 (zona stoccaggio) e nell'area ad ovest del Depuratore Napoli Est, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.	24

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il sistema di monitoraggio previsto in progetto al fine di verificare l'efficacia dell'intervento in corso d'opera, di regolare le apparecchiature di bonifica (pozzi di emungimento), di controllare il rispetto dei limiti di scarico, di salvaguardare la salute pubblica degli addetti e lo stato ambientale della falda.

1.1. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO

Il Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale si sviluppa su un'area relativamente omogenea caratterizzata dalla contemporanea presenza di aree industriali dismesse e attive, di attrezzature portuali potenzialmente inquinanti, e di aree residenziali, commerciali e/o terziarie che possono essere bersaglio dell'inquinamento.

L'intera area perimetrata ricade nel territorio amministrativo del Comune di Napoli, interessa i quartieri orientali di Barra, Poggioreale, Ponticelli e San Giovanni, e ha un'estensione complessiva di circa 836 ha. Nella perimetrazione è compresa anche l'area marina (entro la batimetrica -50) antistante alle aree industriali fino a circa 3.000 metri dalla linea di costa.

La caratterizzazione fino ad ora effettuata dalle aziende private, anche in ragione dell'elevata presenza di aree residenziali è pari a circa il 43% delle aree a terra del SIN, e risulta effettuata a macchia di leopardo, con aree maggiormente e aree scarsamente caratterizzate, non consentendo di avere un quadro completo dell'intera contaminazione della falda presente nel SIN.

L'obiettivo dell'intervento è la messa in sicurezza e bonifica dell'area del SIN di Napoli Orientale, effettuata impedendo che l'inquinamento si disperda nell'ambiente e si diffonda nell'intera falda arrivando al mare.

Questo obiettivo è stato raggiunto mediante una serie di sistemi (MiSPT) di messa in sicurezza permanente e bonifica della falda mediante Pump & Treat al fine di realizzare un fronte continuo di cattura dei contaminanti presenti nelle acque della falda che attraversano il sito. Infatti la strategia progettuale è stata quella di impedire la diffusione della contaminazione dalle aree sorgenti (tramite MiS) e di promuovere contestualmente la riduzione della massa inquinante presente attraverso un emungimento delle acque di falda e il loro trattamento on site (PT).

Considerate le caratteristiche del sito, in cui è presente una falda estesa e solo localmente semi-confinata dall'esistenza di livelli poco permeabili, l'intervento prevede che la messa in sicurezza si concentri localmente nelle aree in cui la contaminazione è prodotta o è stata maggiormente riscontrata, realizzando in ciascuna di esse delle barriere idrauliche poste a protezione dei corpi idrici recettori (il mare), o poste in modo da impedire l'afflusso della falda contaminata verso aree a maggiore capacità drenante rispetto al resto, bloccando le vie preferenziali di diffusione costituite dai canali tuttora drenanti o i resti della vecchia canalizzazione di bonifica adesso tombata).

Infatti, il presente progetto definitivo presenta una strategia di intervento basata sul marginamento idraulico effettuato con opere localizzate nelle immediate vicinanze delle aree in cui è stata rilevata la contaminazione, con l'obiettivo di contenere le plumes inquinanti prima che queste si diffondano nella falda disperdendosi e determinandone un inquinamento diffuso.

L'intervento di progetto, inoltre, per la tipologia delle opere previste e per la loro localizzazione nelle aree in cui attualmente si ha contezza della maggiore contaminazione, risulta facilmente

implementabile con nuove opere da posizionare nelle aree in cui, in seguito a nuove attività di caratterizzazione, dovessero eventualmente emergere nuove necessità d'intervento.

In sintesi, il progetto prevede:

- ✓ **MiSPT (Messa in Sicurezza e Pump & Treat)**, cioè delle barriere idrauliche o campi realizzati con pozzi di emungimento o con trincee drenanti che captano le acque di falda contaminate da portare a trattamento; tali opere sono state localizzate nelle aree maggiormente inquinate e dimensionate secondo le risultanze del modello idrogeologico con cui è stato simulato l'andamento della falda idrica sotterranea.
- ✓ **Opere di adduzione al TAF** delle acque di falda emunte, realizzate mediante condotte in PEad, interrato per la maggior parte del percorso, che funzionano soprattutto mediante sollevamento; il sistema di adduzione sarà completo di tutte le opere di linea necessarie al corretto funzionamento, alla manutenzione e al controllo (stazioni di sollevamento, condotte di mandata, pozzetti di ispezione, apparecchiature idrauliche, etc.), e al superamento delle interferenze determinate dall'incrocio con sottoservizi a rete esistenti incontrati lungo il percorso e di cui è ricca l'area di intervento.
- ✓ **Palancolati metallici**, realizzati mediante vibro-infissione nel terreno di palancole in acciaio dotate di giunti impermeabilizzati con riempimento poliuretano idroespandente. Le palancole previste non sono finalizzate al marginamento fisico della falda, ma hanno lo scopo di limitare l'afflusso di acqua di mare nella MiSPT F, localizzata nel sito del depuratore di San Giovanni (attualmente dismesso).
- ✓ **Impianto di trattamento delle acque di falda (TAF)**, che tratterà una portata di falda media, in condizioni di morbida, pari a circa 257,58 m³/h. L'impianto è localizzato in un'area libera all'interno del sito di Napoli Est in cui, oltre alle opere di adeguamento del depuratore urbano e alle opere del TAF, si prevedeva di realizzare anche il termovalorizzatore di Napoli.
- ✓ **Opere di ripristino della pavimentazione stradale** esistente, di cui in progetto si prevede il taglio e la rimozione per le porzioni interessate dagli scavi necessari alla realizzazione delle opere di captazione e di adduzione al TAF. Il ripristino, effettuato con le stesse caratteristiche della pavimentazione esistente, interesserà generalmente una porzione maggiorata di sede stradale, mentre, per le strade che sono state oggetto di riqualificazione, si prevede il ripristino del manto di usura per l'intera metà carreggiata.
- ✓ **Approntamento del cantiere** principale e di quelli secondari mobili posizionati lungo il percorso delle tubazioni e delle opere di bonifica, comprese le strutture e le opere provvisorie necessarie allo svolgimento delle attività e all'adempimento degli obblighi derivanti dai piani di sicurezza (baraccamenti, servizi, dispositivi di protezione, impianti di betonaggio, aree gestione materiali e mezzi di cantiere, etc.);
- ✓ **Sistemi di monitoraggio** delle acque di falda, finalizzati sia alla verifica dell'efficacia degli interventi previsti, sia all'approfondimento delle conoscenze dello stato della falda per accertare eventuali fenomeni di inquinamento in aree attualmente non caratterizzate, o per verificare la qualità delle acque di falda in ingresso al SIN e provenienti dal tessuto cittadino di monte, in cui si trovano stazioni ferroviarie nonché quartieri storicamente sede di concerie e industrie di lavorazione delle pelli;
- ✓ **Sistemi di prevenzione e contenimento**, cioè opere di:
 - rilevamento automatizzato delle perdite, integrato nelle tubazioni di adduzione;
 - telerilevamento e controllo da remoto dei parametri di funzionamento delle apparecchiature idrauliche di drenaggio, di quelle di adduzione e di quelle dell'impianto TAF (comprese le opere di scarico).

Il sistema previsto è in grado di interrompere immediatamente l'intero apparato o una sua parte in caso di malfunzionamento o di rilevamento perdite, in modo da salvaguardare l'ambiente; in tale sistema di prevenzione rientrano anche il sistema di rilevazione perdite e le opere di impermeabilizzazione dei manufatti in calcestruzzo, anche se prefabbricati (stazioni di sollevamento, pozzetti etc.);

- ✓ **Dismissione del cantiere e ripristino** delle aree utilizzate, che saranno riportate allo stato originale.

1.2. OPERE DI PRIMA FASE

In progetto, in particolare, sono previsti sei sistemi di messa in sicurezza e bonifica della falda, localizzati in tre macro-aree del SIN, in particolare:

- ✓ la MiSPT A, lungo il confine sud ovest del SIN nei quartieri Mercato e Zona Industriale;
- ✓ la MiSPT B e la MiSPT F, a sud del SIN, nella zona litoranea che va dall'area dell'Autorità Portuale all'ex depuratore di San Giovanni a Teduccio;
- ✓ le MiSPT C, D ed E che si trovano la prima nell'area centrale del SIN e le altre nell'area centro settentrionale del SIN, immediatamente a valle del rione Cesare Battisti.

Poiché tali interventi risultano localizzati in aree molto diverse tra loro per caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, tipologia di tessuto industriale e stato di avanzamento delle attività di caratterizzazione, nella riunione tecnica del MATTM dell'8 aprile u.s., si è deciso di articolare la realizzazione dell'intervento in tre fasi, dando "priorità ad una prima fase comprendente le aree a monte del SIN (aree di competenza KRC e limitrofe, deposito Esso, Fintecna, ecc.)".

Per tali aree, interessate dalle MiSPT C, D ed E, è stato anche deciso di implementare anche un modello idrogeologico di dettaglio a scala di macro-area e il relativo modello di diffusione della contaminazione, che ha consentito di meglio specificare le opere di progetto di I fase e di simularne il funzionamento per la verifica dell'efficacia.

Le opere di prima fase, riportate nell'elaborato grafico di progetto PDEG007 "Planimetria generale dell'intervento", comprendono:

- ✓ n.3 dei complessivi n.6 sistemi di Messa in Sicurezza e bonifica della falda mediante Pump & Treat, cioè le MiSPT C, D ed E localizzate nell'area centrosettentrionale del SIN;
- ✓ le opere idrauliche, complete di tutte le apparecchiature necessarie al loro funzionamento e controllo, necessarie ad addurre al TAF le acque emunte da tali MiSPT;
- ✓ l'impianto TAF necessario al trattamento delle acque di falda emunte dalle MiSPT di prima fase; in particolare, poiché il TAF previsto in progetto prevede la realizzazione di due linee parallele, in I fase sarà realizzata una delle due linee, sufficiente a trattare la portata prevista in I fase;
- ✓ le opere di ripristino della pavimentazione esistente, relative agli interventi di MiSPT e di adduzione sopra citati e che si sviluppano lungo la viabilità o su piazzali esistenti;
- ✓ l'approntamento del cantiere generale e dei cantieri secondari necessari;
- ✓ i sistemi di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento inerenti le MiSPT di prima fase, nonché tutti i piezometri inerenti il monitoraggio conoscitivo, in modo da implementare le conoscenze sull'attuale stato della contaminazione prima di realizzare gli interventi delle fasi successive;

- ✓ i sistemi di prevenzione e contenimento, cioè rilevamento delle perdite e sistema di telecontrollo, inerenti le opere di emungimento e adduzione al TAF dell'area centro settentrionale;
- ✓ dismissione del cantiere e ripristino delle aree utilizzate, che saranno riportate allo stato originale.

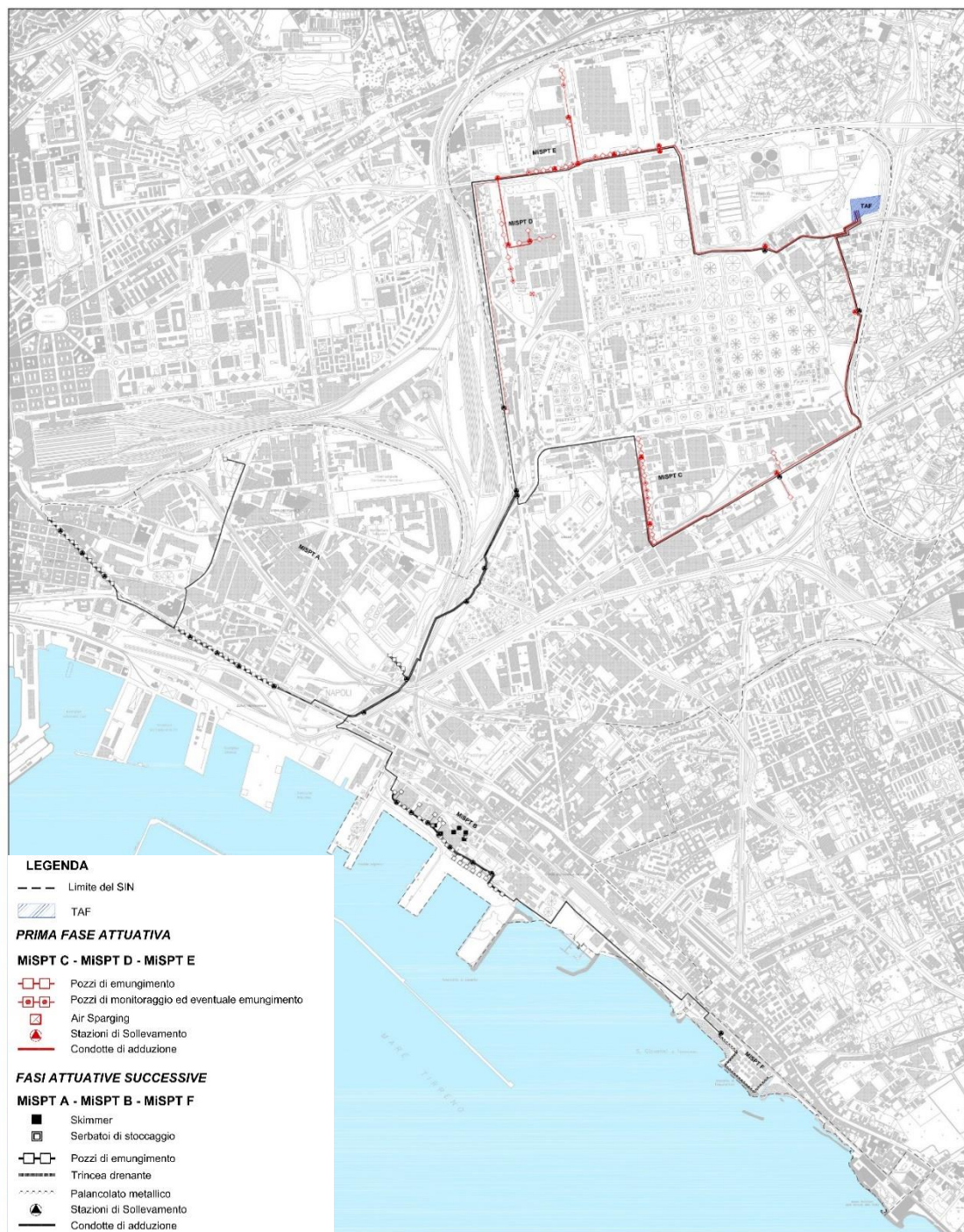


Figura 1.1 – Planimetria degli interventi previsti in progetto nella prima fase e nelle fasi successive.

1.3. TIPOLOGIE E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

La caratterizzazione finora effettuata dalle aziende private, anche in ragione dell'elevata presenza di aree residenziali, è pari a circa il 43% delle aree a terra del SIN, e, risultando effettuata a macchia di leopardo con aree maggiormente e aree scarsamente caratterizzate, non sempre consente di avere un quadro uniforme dell'intera contaminazione della falda presente nel SIN.

Il sistema di monitoraggio previsto, quindi, si articola in diversi sottosistemi realizzati con criteri e caratteristiche differenti in relazione alle specifiche finalità da perseguire, in particolare:

- ✓ **Monitoraggio dell'efficacia dell'intervento.** Per ciascuna opera di MiSPT vengono individuati alcuni piezometri in cui effettuare campionamenti e analisi delle acque di falda, sia nelle aree immediatamente a monte idraulico dell'intervento per seguire l'andamento della contaminazione e l'eventuale modifica delle plume indotte nella falda intercettata dalla MiSPT, sia nelle aree poste a valle idraulico dell'intervento al fine di verificare l'efficacia dello stesso.
- ✓ **Monitoraggio conoscitivo.** Dall'analisi dello stato della caratterizzazione e monitoraggio effettuati finora nel SIN risulta necessario effettuare un approfondimento della conoscenza dello stato complessivo di contaminazione della falda e degli eventuali apporti provenienti da aree poste al di fuori del SIN stesso. Tale monitoraggio è finalizzato ad evidenziare eventuali nuove necessità di intervento, in relazione ad alcuni interrogativi specifici.
Questo monitoraggio, deve necessariamente essere integrato con la caratterizzazione delle aree attualmente non caratterizzate, che non è possibile sostenere con le somme in Appalto perché obbligo per legge in capo ai Proprietari delle aree (art.242 e seguenti, parte IV del D.Lgs.152/2006, nonché quanto previsto nell'Accordo di Programma Napoli Orientale)
- ✓ **Monitoraggio di controllo.** Prima dello scarico, le acque di falda trattate nell'impianto TAF realizzato allo scopo, dovranno essere oggetto del controllo di qualità che sarà effettuato sia dal gestore che dagli enti preposti, con frequenza e modalità stabilite in accordo con la vigente normativa di settore. L'Ente gestore, inoltre, si farà carico di effettuare il programma di monitoraggio delle acque all'interno delle vasche e di controllo dello scarico, di seguito descritto. Le somme necessarie a tale monitoraggio di controllo, sono state valutate nei capitoli seguenti.
- ✓ **Monitoraggio sanitario ambientale,** finalizzato alla salvaguardia della salute degli operatori: sia le maestranze addette alla realizzazione dell'intervento, sia gli addetti al TAF. Tale monitoraggio è descritto nell'elaborato "*PD EE 013 - Piano di sicurezza e coordinamento*" e le somme necessarie sono valutate all'interno dello stesso elaborato.
- ✓ **Monitoraggio perdite agli impianti.** Si prevede anche di effettuare un sistema di telecontrollo finalizzato al rilevamento in tempo reale delle eventuali perdite che si dovessero verificare nel sistema di adduzione delle acque di falda al TAF, mediante l'utilizzo di tubazioni dotate di uno strato conduttore che avvisa della perdita il sistema di telecontrollo, il quale blocca il sistema di emungimento e sollevamento posto a monte della perdita stessa, oltre ad avvisare gli operatori al fine di effettuare la manutenzione.
Il funzionamento del sistema è descritto in dettaglio negli elaborati "*PD ED 006 - Relazione idrologica e idraulica*" e "*PD ED 013 - Relazione di calcolo degli impianti elettrici, speciali e di telecontrollo*". I costi di gestione, a carico dell'Ente gestore, e sono valutati nell'elaborato "*PD ED 001 - Relazione generale*".

2. MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO

Considerata la complessità ed estensione dell'area, nonché la contaminazione rilevata e le dinamiche della falda, si è deciso di concentrare gli interventi localmente, in area pubblica e nelle immediate vicinanze delle aree in cui la contaminazione è prodotta o è stata maggiormente riscontrata, realizzando in ciascuna di esse delle barriere idrauliche poste a protezione dei corpi idrici recettori (il mare), o localizzate in modo da impedire l'afflusso della falda contaminata verso le aree del sottosuolo a maggiore capacità drenante (paleoalvei, terreni alluvionali del Sebeto o canali di bonifica tuttora drenanti o tombati con materiale di riporto) che, nel tempo, hanno costituito una via preferenziale della falda verso il mare.

Per valutare l'efficacia degli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda occorre predisporre un opportuno sistema di monitoraggio che consenta di verificare gli effetti indotti dalle strutture di bonifica, sia sull'evoluzione della superficie piezometrica della falda (**monitoraggio piezometrico**) sia sull'evoluzione delle caratteristiche idrochimiche della stessa (**monitoraggio idrochimico**), valutando l'andamento degli inquinanti e la loro mobilità in un arco temporale significativo. Sarà protratto per almeno 2 anni oltre il trimestre in cui si verifica l'emungimento di acque di falda non contaminata, cioè i cui parametri siano al di sotto delle CSC. Tale ulteriore intervallo di campionamento è necessario per verificare potenziali impatti non previsti legati, per esempio, alla rimobilizzazione in falda di contaminanti provenienti da eventuali sorgenti secondarie che possono riattivarsi in seguito alla fine del drenaggio. In questo caso il monitoraggio avrà cadenza solo semestrale.

In particolare il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento verrà realizzato individuando una opportuna serie di piezometri, idoneamente posizionati sia a monte che a valle degli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda in progetto.

I **piezometri a monte** degli interventi non sono indicativi delle condizioni di monte inalterate ("bianchi", la cui funzione dovrebbe essere assolta dal monitoraggio conoscitivo), ma sono stati posizionati in zone contaminate, in modo da rilevare sia le caratteristiche chimiche delle acque che giungono alle opere di drenaggio sia le modifiche del livello della falda indotte dall'intervento. Per quanto possibile, i piezometri sono stati posizionati in modo da intercettare i maggiori pennacchi di contaminazione così da valutarne l'attenuazione in seguito all'intervento, quindi rientrano per definizione nelle aree di cattura delle opere di drenaggio, sebbene si sia cercato di non posizionarli eccessivamente a ridosso delle stesse.

I **piezometri posti a valle**, invece, consentono di verificare che i contaminanti siano efficacemente trattenuti all'interno delle aree oggetto d'intervento, e sono posizionati in modo da non rientrare nell'area di cattura dei pozzi barriera, ma da rilevare l'eventuale passaggio di contaminazione dell'intervento nel suo complesso. Infatti, considerato l'elevato numero di pozzi barriera previsti in progetto, non risulta compatibile con le somme a disposizione la realizzazione di piezometri di monitoraggio posti nell'interasse di tutti i pozzi di emungimento allo scopo di intercettare la contaminazione che eventualmente sfugge nella zona di interasse; questi, inoltre, dovrebbero essere posizionati molto in prossimità delle barriere e, in caso di corretto funzionamento delle stesse, risulterebbero all'interno dell'area di cattura dello sbarramento, perdendo di significatività.

Inoltre, considerata la vastità dell'area in oggetto, al fine di contenere i costi dell'intervento, si è cercato di individuare i piezometri considerati critici dal punto di vista idrochimico tra quelli già esistenti quando questi risultano opportunamente posizionati, realizzando così la rete di

monitoraggio senza incrementare eccessivamente i piezometri di nuova realizzazione, anche in relazione alla possibilità di avere dati in punti già oggetto di indagine con la opportunità di ricostruire un trend storico.

Ovviamente molti dei piezometri esistenti scelti ai fini del monitoraggio sono stati realizzati dalle aziende nel corso delle attività di caratterizzazione e/o monitoraggio e risultano all'interno delle Aziende stesse. A tal proposito, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare si farà carico del coordinamento necessario per l'accesso all'interno di tali aree al momento del prelievo dei campioni di acque di falda, informando e chiedendo l'autorizzazione al loro utilizzo alle aziende stesse durante le Conferenza dei Servizi di valutazione della presente progettazione.

Sull'intera rete così individuata dovranno essere effettuate almeno n.4 misure l'anno, con cadenza stagionale legata alle variazioni del livello di falda e generalmente previste nei mesi di dicembre, marzo, giugno e settembre. La qualità del corpo idrico sotterraneo sarà analizzata effettuando il rilevamento dei diversi parametri chimico-fisici individuati nel "Protocollo operativo per la campagna coordinata del monitoraggio delle acque di falda per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Napoli Orientale".

Nell'ottica di una verifica dell'effettivo miglioramento qualitativo dello stato idrochimico delle acque di falda, inoltre, si ritiene opportuno effettuare contestualmente le campagne di monitoraggio idrochimico e piezometrico su tutta l'area indagata e fare partire la prima campagna di monitoraggio nelle primissime fasi dell'appalto, in modo da avere i dati ante operam per le 4 stagioni. Un confronto tra le concentrazioni rilevate nella precedente fase di caratterizzazione e lo stato qualitativo potrà fornire informazioni sull'efficienza dell'intervento di bonifica della falda realizzato.

Sempre nell'ottica di avere un quadro del SIN quanto più completo e uniforme, si ritiene opportuno iniziare contemporaneamente al monitoraggio dell'efficacia anche quello conoscitivo descritto nel capitolo seguente.

I dati acquisiti nel corso delle attività di monitoraggio dovranno portare a ottenere almeno i seguenti elaborati:

- ✓ tabelle dei valori delle concentrazioni per gli analiti ricercati;
- ✓ diagrammi concentrazione/tempo per ciascun analita soggetto a bonifica, finalizzati alla verifica del trend delle concentrazioni stesse;
- ✓ mappe di concentrazione dei contaminanti, prima e dopo l'avvio delle barriere, ai fini della verifica dell'eventuale variazione del plume di contaminazione;
- ✓ diagrammi relativi alla massa di contaminante rimossa nel tempo dall'impianto di TAF.

2.1. MONITORAGGIO IDROCHIMICO

Il protocollo di monitoraggio che si intende attuare per il controllo qualitativo delle acque di falda circolanti nel SIN, prevede una serie di campionamenti trimestrali da effettuare sull'insieme dei piezometri situati a monte e a valle degli interventi. I campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca del set di parametri previsto nel "Protocollo operativo per la campagna coordinata del monitoraggio delle acque di falda per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Napoli Orientale". Il set di analiti potrà essere integrato con ulteriori parametri qualora l'Autorità Competente per il controllo lo ritenesse necessario. A partire dal terzo anno di vita delle opere si potrà valutare se ridurre la frequenza di tali campionamenti da trimestrali a semestrali.

In ogni caso il monitoraggio idrochimico sarà effettuato in accordo al “*Protocollo operativo per campagna coordinata del monitoraggio delle acque di falda per il Sto di Interesse Nazionale (SIN) Napoli Orientale, ARPAC, Ottobre 2014*” di seguito allegato. Tale documento è stato redatto da ARPAC a seguito di richiesta, avanzata da parte del MATTM, in sede di Conferenza dei Servizi istruttoria del 09.05.2014, allo scopo di:

- ✓ raccogliere gli esiti delle attività di monitoraggio delle acque di falda condotte dalle aziende incluse nel perimetro del SIN Napoli Orientale e consentire ad ARPAC di coordinare e valutare gli esiti di tali attività;
- ✓ definire i criteri, le procedure di campionamento ed analisi delle acque di falda.

Il set analitico scelto per le acque di falda, in accordo a quanto previsto nel Protocollo precedentemente citato, prevede la ricerca dei parametri per i quali sono stati riscontrati i superamenti delle CSC in sede di caratterizzazione, oltre ad Alluminio, Arsenico, Ferro, Manganese e Fluoruri.

Tabella 2.1 – Set delle analisi previste in accordo al Protocollo ARPAC 2014.

PARAMETRI DA RICERCARE NELLE ACQUE DI FALDA DEL SIN NAPOLI ORIENTALE		
pH	Nitriti (µg/L)	Esaclorobutadiene (µg/L)
Conducibilità	Solfati (mg/L)	1,2 dicloroetilene (µg/L)
Temperatura	Benzene (µg/L)	1,2 dicloropropano (µg/L)
Potenziale redox	Etilbenzene (µg/L)	1,1,2 tricloropropano (µg/L)
Ossigeno disciolto	Toluene (µg/L)	1,2,3 tricloropropano (µg/L)
Antimonio (µg/L)	p-xilene (µg/L)	1,1,2,2 tetracloroetano (µg/L)
Cromo totale (µg/L)	benzo(a)antracene (µg/L)	Tribromometano (µg/L)
Cromo VI (µg/L)	benzo(a)pirene (µg/L)	1,2 dibromoetano (µg/L)
Alluminio (µg/L)	benzo(b)fluorantene (µg/L)	Dibromoclorometano (µg/L)
Arsenico (µg/L)	benzo(k)fluorantene (µg/L)	Bromodiclorometano (µg/L)
Ferro (µg/L)	benzo(g,h,i)perilene (µg/L)	Monoclorobenzene (µg/L)
Manganese (µg/L)	dibenzo(a,h)antracene (µg/L)	1,4 diclorobenzene (µg/L)
Mercurio (µg/L)	Indenopirene (µg/L)	Esaclorobenzene (µg/L)
Nichel (µg/L)	Triclorometano (µg/L)	PCB (µg/L)
Piombo (µg/L)	cloruro di vinile (µg/L)	Idrocarburi totali (espressi come n-esano) (µg/L)
Selenio (µg/L)	1,2 dicloroetano (µg/L)	MTBE (µg/L)
Tallio (µg/L)	1,1 dicloroetilene (µg/L)	Piombo tetraetile (µg/L)
Boro (µg/L)	Tricloroetilene (µg/L)	
Fluoruri (µg/L)	Tetracloroetilene (µg/L)	

Per tutti parametri analizzati le CSC di riferimento sono quelle riportate in Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, Titolo V del D.lgs. 152/06 ss.mm. e ii. Per le CSC degli analiti non contemplate nella suddetta tabella ma previsti nel Protocollo, dovranno essere presi come riferimento i seguenti valori indicati da ISS:

- ✓ MTBE – valore di 20 µg/l;
- ✓ Piombo tetraetile – valore di 0,1 µg/l (Parere ISS del 17/12/2002, n. 49759 IA.12).

L'esecuzione di campagne trimestrali, inoltre, permetterà di validare la significatività dei piezometri scelti per il controllo delle acque all'esterno e all'interno delle aree di cattura dei sistemi di messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda, sia come numero e sia come ubicazioni, e di

stabilire definitivamente la rete di monitoraggio. La prima campagna annuale sarà effettuata contestualmente alle attività di realizzazione degli interventi, allo scopo di ricostruire una situazione di partenza per le successive valutazioni. In particolare la realizzazione dei nuovi piezometri e il controllo di funzionalità nonché le richieste di accesso ai vecchi, dovranno essere effettuate nelle primissime fasi dell'appalto in modo da effettuare un'intera campagna annuale prima della messa in funzione delle apparecchiature, ed avere un dato ante operam che comprenda le eventuali variazioni stagionali.

Ai fini del monitoraggio idrochimico delle acque di falda emunte, l'acqua destinata all'analisi dei metalli deve essere filtrata in campo con filtro di 0,45 μm e immediatamente acidificata con acido nitrico in quantità pari allo 0,5% volumetrico.

Per quanto riguarda la profondità dei piezometri, si rileva che la maggior parte di quelli esistenti nel SIN ha una profondità massima di 10 m, il 13% circa ha una profondità compresa tra 10 e 20 m e solo il 2% ha una profondità superiore a 20 m. Alcuni di questi, per altro, sono realizzati in zone in cui piccoli livelli di terreno impermeabile (lenti di limi o torbe) determinano un confinamento localizzato dell'acquifero superficiale (per es. in area ex Fintecna) e sono stati costruiti in modo da risultare indicativi delle condizioni qualitative della falda superficiale, intermedia e profonda.

Nella rete di monitoraggio, quindi, sono stati inseriti alcuni piezometri profondi e in essi si è previsto di effettuare tre campionamenti in colonna d'acqua (superficiale, intermedio e profondo) in modo da valutare le condizioni di qualità della falda profonda, quando localmente confinata, o le eventuali differenze di contaminazione in relazione alla profondità.

I piezometri scelti sono distribuiti sia nella rete di monitoraggio che in quella conoscitiva e, considerata l'esiguità del numero di piezometri profondi, è risultato necessario integrare quelli esistenti con alcuni di nuova realizzazione posti nelle aree maggiormente contaminate.

2.2. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Si prevede di realizzare campagne trimestrali di rilevamento dei carichi idraulici, da svolgere su tutta la rete di monitoraggio, sia quella di valutazione dell'efficacia dell'intervento sia quella conoscitiva, in contemporanea alle relative campagne idrochimiche. In questo modo si otterranno delle misure stagionali che, per disposizione dei punti di controllo e per cadenza temporale, avranno le caratteristiche necessarie alla valutazione degli effetti indotti dagli interventi sulla piezometria e in particolare sui carichi idraulici a monte. Anche in questo caso, la prima campagna

I livelli, inoltre, saranno misurati automaticamente nei pozzi di emungimento dal sistema di telecontrollo, fornendo anche i dati dettagliati inerenti l'effetto locale indotto dall'emungimento sulla superficie di falda.

Per quanto riguarda i piezometri di nuova realizzazione, questi avranno caratteristiche costruttive (cioè profondità, altezza e posizione del tratto fenestrato) confrontabili a quelle dei pozzi della MiSPT di riferimento, e quindi in accordo ai risultati del modello idrogeologico. In particolare si è scelto di realizzare i piezometri della stessa profondità dei pozzi di emungimento e fenestrati lungo tutto l'acquifero in modo tale che la distribuzione dell'acqua lungo la colonna del piezometro sia simile a quella circolante nello stesso.

2.3. LOCALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI - INTERVENTI DI I FASE

2.3.1. *Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT C*

La MiSPT C è localizzata nell'area centrale del SIN e si sviluppa in direzione nord-sud lungo la via delle Industrie. Si propone di intercettare la falda proveniente da est contaminata da metalli, fluoruri, composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non, alifatici alogenati cancerogeni, clorobenzeni, IPA, idrocarburi e MTBE.

La MiSPT è costituita da 18 pozzi di emungimento, di cui 15 sempre in esercizio e tre che possono entrare in funzione o meno a seconda delle necessità, in modo da limitare al massimo l'intercettazione di acqua non contaminata e la diluizione della corrente in ingresso al TAF.

I pozzi sono posizionati per la maggior parte (n.15) lungo un tratto di circa 480 m di via delle Industrie, mentre n.3 sono posto più a monte idraulico, lungo traverse di via Argine. Sono fenestrati per tutta la loro lunghezza, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 35 m, e dotati di elettropompe sommerse atte a sollevare la portata prevista dal modello idrogeologico che risulta pari a 0,53 l/s per ciascuno dei pozzi siti lungo via delle Industrie e pari a 0.57 l/s per i tre pozzi isolati posti nelle adiacenze di via Argine, per una portata complessivamente emunta dalla MiSPT C pari a 9,66 l/s (34,78 m³/h).

I piezometri posti a monte idraulico dell'intervento di messa in sicurezza e bonifica controllano la qualità delle acque di falda in arrivo ai pozzi di emungimento, e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.11 piezometri, individuati tra quelli esistenti, scegliendo i più critici dal punto di vista idrochimico in riferimento a quanto rilevato nelle precedenti campagne di indagine.

I piezometri posti a valle dell'intervento, invece, consentono di valutare l'efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. Tali piezometri, come le barriere idrauliche, sono stati posizionati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione della falda nell'area, sono posizionati in modo da risultare al di fuori dell'area di cattura dei pozzi barriera e si è previsto di monitorare un totale di n.6 piezometri, di cui n.3 di nuova realizzazione e n.3 esistenti.

Per quanto riguarda la profondità dei piezometri, quelli esistenti scelti hanno profondità variabili tra 10 e 15 m, mentre quelli di nuova realizzazione hanno tutti altezza pari a 25 m. In ogni caso, non esistendo all'interno di quella che noi consideriamo la falda superficiale, cioè per i primi 30 m, delle vere e proprie falde separate da livelli impermeabili continui, il fatto che due piezometri hanno profondità e tratti fenestrati diversi non influenza significativamente la misura. Infatti, nell'area di pianura corrispondente al paleo tracciato del Volla e Sebeto, i differenti depositi costituenti la piana ad Oriente di Napoli, danno forma ad un ampio ed unico acquifero con falda freatica, benché assai articolato dal punto di vista idrostratigrafico e idrodinamico.

Nella tabella 2.2 seguente è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT C, mentre nella Figura 2.1 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.2 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT C.

AREA INTERESSATA DALLA MiSPT C (area centrale del SIN – via delle Industrie)	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Piezometri posti a monte idraulico	11	0	11
Piezometri posti a valle idraulico	3	3	6
Totale	14	3	17

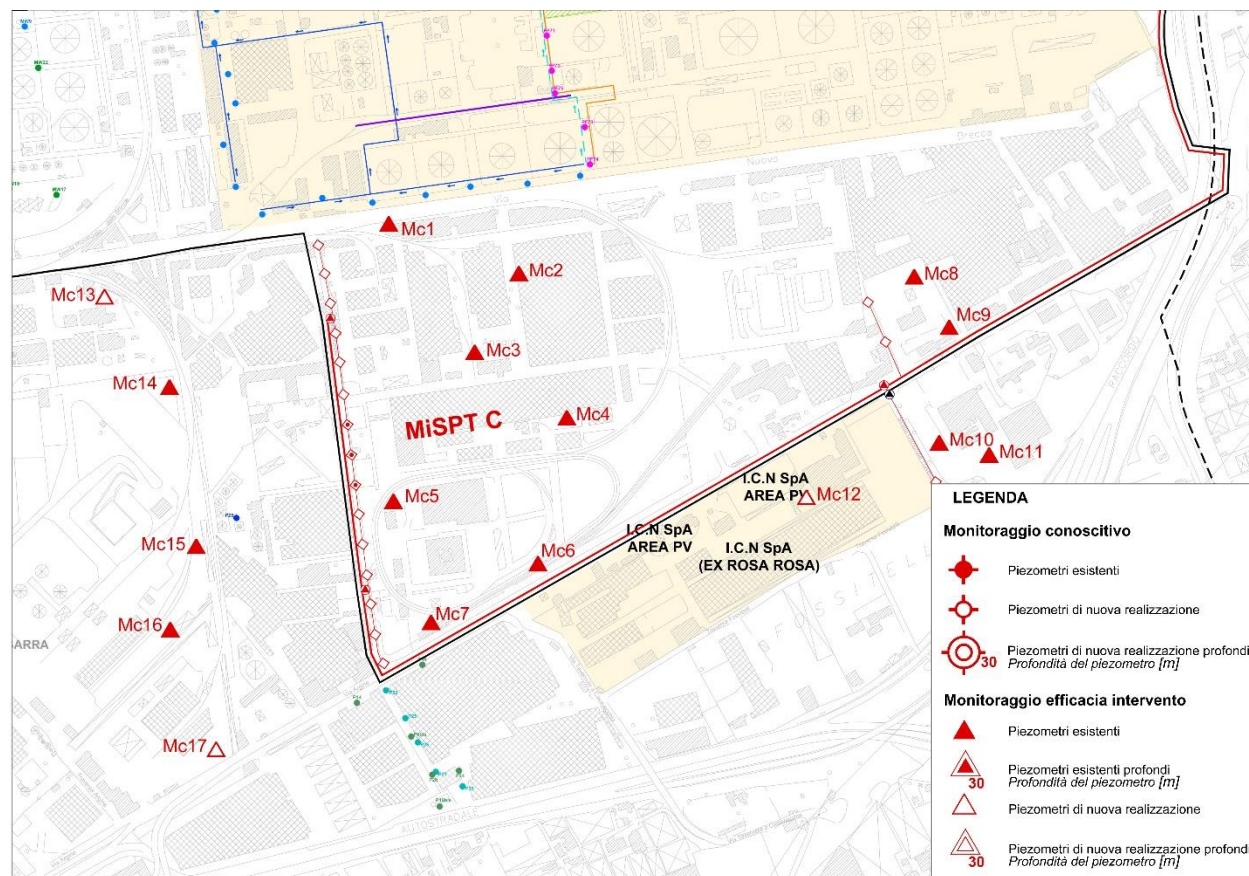


Figura 2.1 – Area centrale del SIN, interventi di progetto MiSPT C, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mc1-Mc11 di monte, Mc13-Mc17 di valle).

2.3.2. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT D

La **MiSPT D** è localizzata nell'area a nord del SIN e si sviluppa in direzione nord-sud, parallelamente all'alveo del Sebeto, all'interno dell'area di proprietà della Fintecna Immobiliare (ex ICMI, adesso in dismissione), allo scopo di intercettare la falda proveniente da est contaminata da metalli, fluoruri, composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non, clorobenzeni, IPA e idrocarburi.

La MiSPT è costituita da 12 pozzi di emungimento, di cui 10 sempre in esercizio e tre che possono entrare in funzione o meno a seconda delle necessità, in modo da limitare al massimo l'intercettazione di acqua non contaminata e la diluizione della corrente in ingresso al TAF.

I pozzi sono posizionati per la maggior parte (n.7) lungo la direttrice nord-sud, n.4 a monte idraulico degli stessi, ad intercettare un plume contaminato e l'ultimo isolato in via Traccia a Poggioreale. Sono fenestrati per tutta la loro lunghezza, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 55 m, e dotati di elettropompe sommerse atte a sollevare la portata prevista dal modello idrogeologico che risulta pari a 0,51 l/s per ciascuno dei pozzi posti in direzione nord-sud, pari a 0,62 l/s per ciascuno dei pozzi a monte dei primi e pari a 0,57 l/s per il pozzo isolato, per una portata complessivamente emunta dalla MiSPT D pari a 6,62 l/s (12,83 m³/h).

I **piezometri posti a monte** idraulico dell'intervento controllano la qualità delle acque di falda in arrivo da monte, e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.7 piezometri tra quelli esistenti, scegliendo i più critici dal punto di vista idrochimico in riferimento a quanto rilevato nelle precedenti campagne di indagine.

I **piezometri posti a valle** dell'intervento, invece, consentono di valutare l'efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. Tali piezometri, come le barriere idrauliche, sono stati posizionati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione della falda nell'area, sono posizionati in modo da risultare al di fuori dell'area di cattura dei pozzi barriera e si è previsto di monitorare un totale di n.4 piezometri, di cui n.2 di nuova realizzazione e n.2 esistente.

Per quanto riguarda la profondità dei piezometri, quelli esistenti scelti hanno profondità di 25 m, per cui si è deciso di realizzare quelli nuovi della stessa profondità e fenestrati per tutta la loro lunghezza. Tra i piezometri di monte, ne sono stati individuati anche n.2 profondi 60 m e in tali piezometri, invece di un solo campionamento come per gli altri, si prevede di effettuare n.3 campionamenti a diversa profondità, cioè nella parte superiore, intermedia e inferiore della falda.

Nella Tabella 2.3 tabella 2.3 seguente è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT D, mentre nella Figura 2.2 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.3 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT D.

AREA INTERESSATA DALLA MISPT D (area nord del SIN – area Fintecna)	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Piezometri posti a monte idraulico	7	0	7
Piezometri posti a valle idraulico	2	2	4
Totale	9	2	11

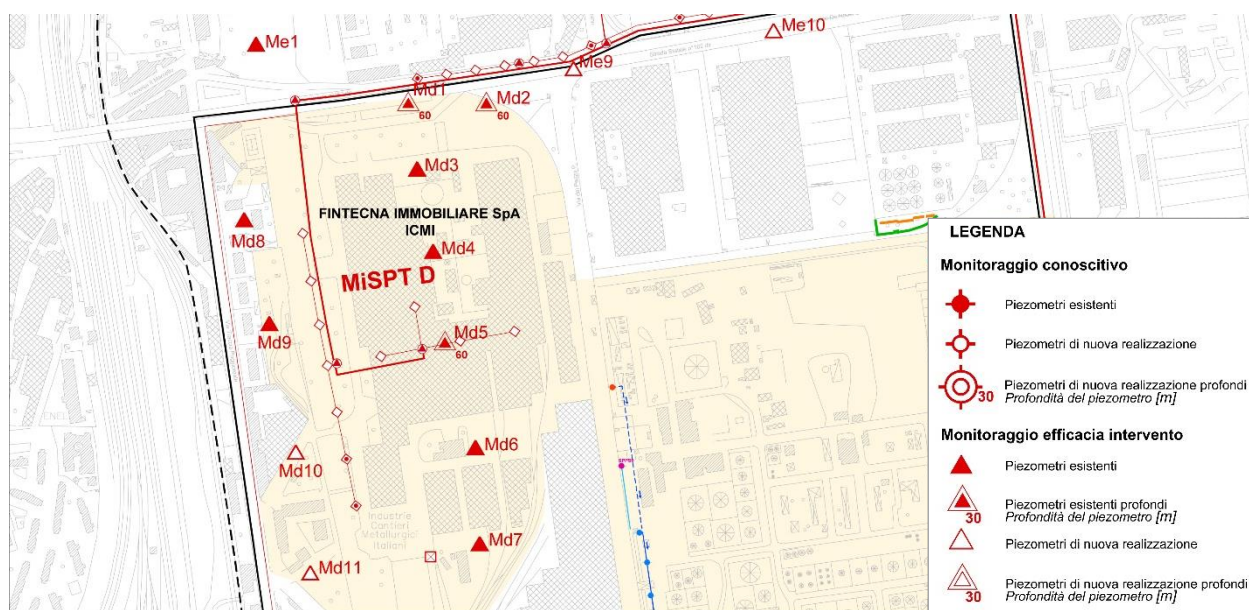


Figura 2.2 – Area nord del SIN (Fintecna), interventi di progetto MiSPT D, MiS Aziende, piezometri di monitoraggio dell’efficacia dell’intervento esistenti o di nuova realizzazione (Md1-Md7 di monte, Md8-Md11 di valle).

2.3.3. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell’efficacia della MISPT E

La MiSPT E si sviluppa in direzione est-ovest nella strada sottostante la statale SS162 dir e in direzione nord-sud lungo la via Tommaso Fasano, ed è stata progettata allo scopo di intercettare la falda proveniente dalla zona posta all’estremo nord-est del SIN in cui sono stati rilevati metalli, fluoruri e nitriti, composti alifatici clorurati cancerogeni e non, IPA e idrocarburi.

La MiSPT è costituita da 17 pozzi di emungimento, di cui 13 sempre in esercizio e 4 che possono entrare in funzione o meno a seconda delle necessità, in modo da limitare al massimo l’intercettazione di acqua non contaminata e la diluizione della corrente in ingresso al TAF.

I pozzi sono posizionati per la maggior parte (n.13) lungo la strada sottostante la SS162 dir e n.4 in via Tommaso Fasano. Sono fenestrati per tutta la loro lunghezza, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 35 m, e dotati di elettropompe sommerse atte a sollevare la portata prevista dal modello idrogeologico che risulta pari a 0,46 l/s per ciascuno dei 13 pozzi e pari a 0,64 l/s per i 4 pozzi di via Fasano, per una portata complessivamente emunta dalla MiSPT E pari a 8,54 l/s (23,83 m³/h).

I piezometri posti a monte idraulico dell’intervento controllano la qualità delle acque di falda in arrivo da monte, e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.7 piezometri, di cui n.4 tra quelli esistenti, scegliendo i più critici dal punto di vista idrochimico in riferimento a quanto rilevato nelle precedenti campagne di indagine, e n.3 di nuova realizzazione.

I piezometri posti a valle dell’intervento, invece, consentono di valutare l’efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. Tali piezometri, come le barriere idrauliche, sono stati individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione della falda nell’area, anche se nel caso delle MiSPT E risulta estremamente complesso individuare piezometri significativi, poiché l’area posta a sud della linea

di pozzi risulta completamente compresa all'interno dell'area di cattura di valle della MiSPT E stessa, e, ancora più a sud, all'interno dell'area di cattura di monte della MiSPT D. In ogni caso, sono stati individuati n.2 piezometri, entrambi di nuova realizzazione, e possono dare alcune indicazioni anche i piezometri profondi Md1 ed Md2.

Per quanto riguarda la profondità dei piezometri, quelli esistenti hanno altezze comprese tra i 10 e i 25 m, mentre quelli di nuova realizzazione hanno tutti altezza pari a 15 m, analogamente ai pozzi delle barriere. In ogni caso, non esistendo all'interno di quella che noi consideriamo la falda superficiale, cioè per i primi 30 m, delle vere e proprie falde separate da livelli impermeabili continui, il fatto che due piezometri hanno profondità e tratti fenestrati diversi non influenza significativamente la misura. Infatti, nell'area di pianura corrispondente al paleo tracciato del Volla e Sebeto, i differenti depositi costituenti la piana ad Oriente di Napoli, danno forma ad un ampio ed unico acquifero con falda freatica, benché assai articolato dal punto di vista idrostratigrafico e idrodinamico.

Nella Tabella 2.4 tabella 2.4 seguente è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT E, mentre nella Figura 2.3 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.4 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT E.

AREA INTERESSATA DALLA MiSPT E (area nord del SIN – SS162 dir)	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Piezometri posti a monte idraulico	4	3	7
Piezometri posti a valle idraulico	0	2	2
Totale	4	5	9

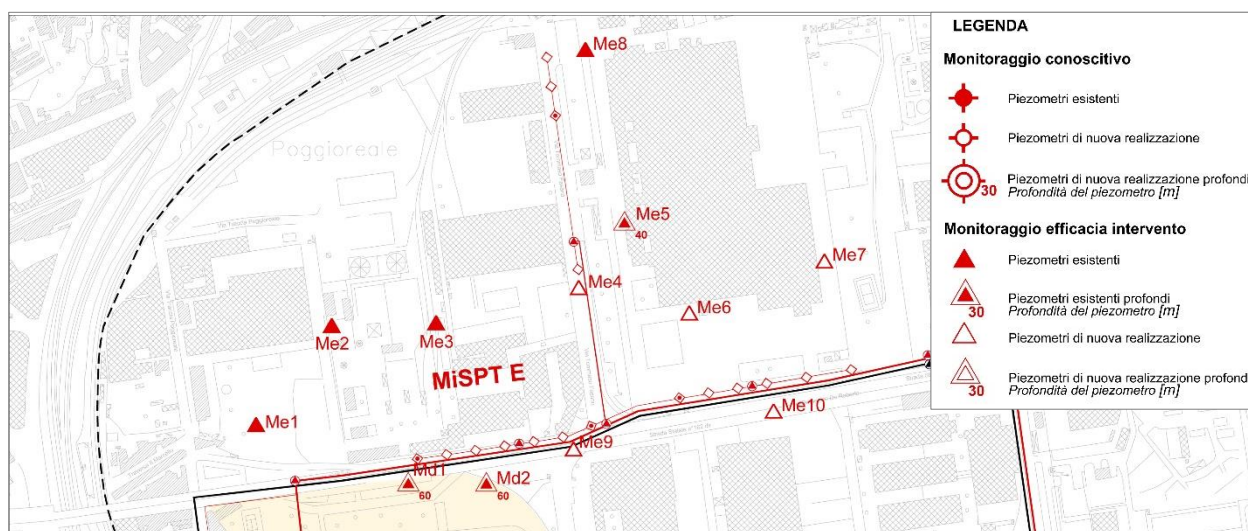


Figura 2.3 – Area nord del SIN (SS 162 dir), interventi di progetto MiSPT E, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Me1-Me8 di monte, Me9-Me10 di valle, oltre la possibilità di valutare anche i dati forniti dai piezometri Md1-Md2).

2.4. LOCALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI - INTERVENTI DELLE FASI SUCCESSIVE

2.4.1. *Piezometri per la valutazione dell'efficacia della MISPT A*

La MiSPT A è localizzata per la maggior parte lungo le vie Armando Lucci, Alessandro Volta e Reggia di Portici, oltre che in una traversa di via Brin (quasi al confine del SIN) e in area ex Feltrinelli, e ha lo scopo di intercettare, prima che arrivi alle aree urbane di valle e al mare, la falda dell'area ovest del SIN che risulta contaminata da metalli, IPA, composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non, alifatici alogenati cancerogeni, clorobenzeni, PCB e idrocarburi. La MiSPT A è costituita da 39 pozzi di emungimento, di cui:

- ✓ n.15 siti sul Corso Armando Lucci, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 30 m, rispettata a meno di piccoli spostamenti, determinati dalla presenza di interferenze con i servizi a rete interrati, e influenti ai fini dell'efficacia dell'intervento; la portata emunta, prevista dal modello è di circa 0,96 l/s per ciascun pozzo, per una portata complessiva di 14,4 l/s;
- ✓ n. 19 siti sulla via Alessandro Volta e sulla via Reggia di Portici, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 30 m, rispettata a meno di piccoli spostamenti determinati dalla presenza di interferenze; la portata emunta, prevista dal modello è di circa 0,90 l/s per ciascun pozzo, per una portata complessiva di 17,1 l/s
- ✓ n. 1 sito sul limite del SIN in una traversa di via Brin, profondo circa 15 m; la portata emunta, prevista dal modello è di circa 0,43 l/s;
- ✓ n.4 siti in area ex Feltrinelli, profondi 15 m e posti ad una distanza media (interasse) di circa 30 m, rispettata a meno di piccoli spostamenti determinati dalla presenza di interferenze; la portata emunta, prevista dal modello è di circa 0,43 l/s per ciascun pozzo, per una portata complessiva di circa 2,15 l/s compreso il pozzo di via Brin.

I pozzi, fenestrati per tutta la lunghezza, sono dotati di elettropompe sommerse atte a sollevare la portata prevista da modello, per una portata complessivamente emunta dalla MiSPT pari a 33,65 l/s (121,14 m³/h).

I piezometri posti a monte idraulico dell'intervento di messa in sicurezza e bonifica controllano la qualità delle acque di falda in arrivo ai pozzi di emungimento, e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.10 piezometri, di cui n.9 esistenti, scelti tra quelli più critici dal punto di vista idrochimico in riferimento a quanto rilevato nelle precedenti campagne di indagine, e n.1 profondo di nuova realizzazione.

I piezometri posti a valle dell'intervento, invece, consentono di valutare l'efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. Tali piezometri, come le barriere idrauliche, sono stati posizionati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione della falda nell'area, sono posizionati in modo da risultare al di fuori dell'area di cattura dei pozzi barriera e, nel caso della MiSPT A, ricadono nella fascia di territorio comunale che si sviluppa a valle del SIN fino al mare, e che risulta potenzialmente impattata dalla contaminazione. Lungo tale fronte si prevede di monitorare un totale di n.8 piezometri, di cui n.7 di nuova realizzazione e n.1 esistente. Di questi, n. 3 si trovano a valle del primo tratto della MiSPT A (estremo ovest del SIN e dell'area in esame), n. 4 a valle del secondo tratto della MiSPT A (est dell'area in esame) e n. 1 a valle dell'intervento in area ex Feltrinelli.

Nei tratti non coperti da barriera idraulica, perché in zone non contaminate o in cui esiste un intervento di MiS privato, è stato previsto il monitoraggio conoscitivo.

Per quanto riguarda la profondità dei piezometri di monte, quelli esistenti hanno una altezza media di 15 m e risultano fenestrati per l'intera altezza. L'unico piezometro di nuova realizzazione avrà una profondità di 60 m, e comunque non oltre la formazione impermeabile di base, e in tale piezometro, invece di un solo campionamento come per gli altri, si prevede di effettuare n.3 campionamenti a diversa profondità, cioè nella parte superiore, intermedia e inferiore della falda. I piezometri di valle, invece, tutti di nuova realizzazione, sono stati previsti con una profondità di 30 m per consentire il monitoraggio dell'interfaccia del cuneo salino, mediante determinazione della conducibilità elettrica e della temperatura misurate lungo tutta la colonna d'acqua.

Nella Tabella 2.5 seguente è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT A, mentre nella Figura 2.4 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.5 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT A.

AREA INTERESSATA DALLA MISPT A (sud-ovest del SIN)	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Piezometri posti a monte idraulico	9	1	10
Piezometri posti a valle idraulico (area fuori SIN)	1	7	8
Totale	10	8	18

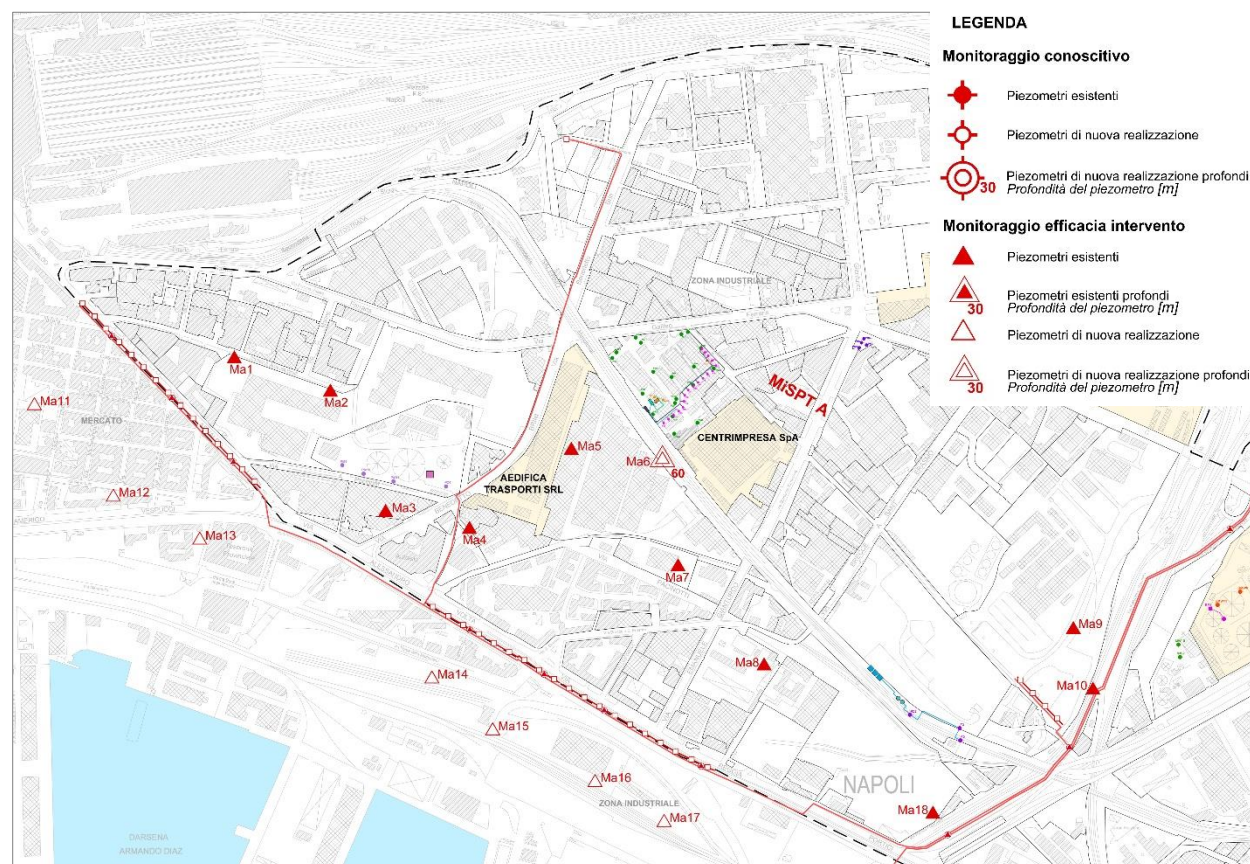


Figura 2.4 – Area sud-ovest del SIN, interventi di progetto MiSPT A, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti e di nuova realizzazione (Ma1-Ma10 di monte, Ma11-Ma20 di valle).

2.4.2. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MiSPT B

La MiSPT B si sviluppa nell'area dell'Autorità Portuale e della Tirreno Power, e ha lo scopo di intercettare le acque di falda dell'area centro-meridionale del SIN, contaminata da metalli, fluoruri e nitriti, composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non, alifatici alogenati cancerogeni, IPA e idrocarburi.

Per effettuare tale intervento, considerata l'estrema vicinanza al mare, il sistema è stato dimensionato mediante modello matematico in modo da limitare quanto più possibile il richiamo di acqua di mare, mantenendo molto basse sia le portate emunte sia il dislivello piezometrico indotto dall'opera idraulica, oltre che mantenendo la superficie piezometrica della falda nelle aree contaminate pari al livello del mare (e mai al di sotto). L'influenza del mare sarà maggiormente presente nella zona ovest dell'intervento, mentre nella parte est sarà attenuata dalla presenza della cassa di colmata in corso di realizzazione mediate l'esecuzione di diaframmi impermeabili attestati nella formazione tufacea di base.

La MiSPT B è costituita da n.24 pozzi di emungimento profondi 15 m (e comunque al massimo fino al tufo) e posti ad una distanza media (interasse) di:

- ✓ circa 25 m nell'area ovest in cui, considerata la vicinanza del mare, si è scelto di mantenere bassa la portata emunta da ciascun pozzo e diminuire di conseguenza l'interasse per garantire la cattura di tutte le acque contaminate, mantenendo quanto più bassa la captazione di acqua di mare;
- ✓ circa 30 m nell'area est in cui la presenza della cassa di colmata impermeabile in corso di realizzazione impedisce di fatto grossi afflussi di acque saline.

Tutti i pozzi, fenestrati per tutta la lunghezza, sono dotati di elettropompe sommerse atte a sollevare la portata prevista dal modello idrogeologico e pari a 0,37 l/s per ciascun pozzo, per una portata complessivamente emunta dalla MiSPT pari a 8,88 l/s (circa 31,97 m³/h).

I **piezometri posti a monte** idraulico dell'intervento di messa in sicurezza e bonifica controllano la qualità delle acque di falda in arrivo ai pozzi di emungimento, e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.8 piezometri tutti esistenti, scelti tra quelli più critici dal punto di vista idrochimico in riferimento a quanto rilevato nelle precedenti campagne di indagine. La profondità media di tali piezometri variabile da 10 a 25, in particolare sono stati scelti anche i tre più profondi, che raggiungono i 25 m, per consentire il monitoraggio dell'interfaccia del cuneo salino, mediante determinazione della conducibilità elettrica e della temperatura misurate lungo tutta la colonna d'acqua.

I **piezometri posti a valle** dell'intervento, invece, consentono di valutare l'efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. Tali piezometri, come le barriere idrauliche, sono stati posizionati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione della falda nell'area, ma, considerando la vicinanza del mare, non sempre risultano al di fuori dell'area di cattura delle barriere. Lungo tale fronte, si prevede di monitorare un totale di n.5 piezometri tutti di nuova realizzazione. Tutti i piezometri di valle avranno profondità di 30 m per consentire il monitoraggio dell'interfaccia del cuneo salino, mediante determinazione della conducibilità elettrica e della temperatura misurate lungo tutta la colonna d'acqua.

Nella Tabella 2.6 tabella 2.6 seguente è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT B, mentre nella Figura 2.5 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.6 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT B.

AREA INTERESSATA DALLA MISPT B (area Autorità Portuale e Tirreno Power)	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Piezometri posti a monte idraulico	8	0	8
Piezometri posti a valle idraulico	0	5	5
Totale	8	5	13

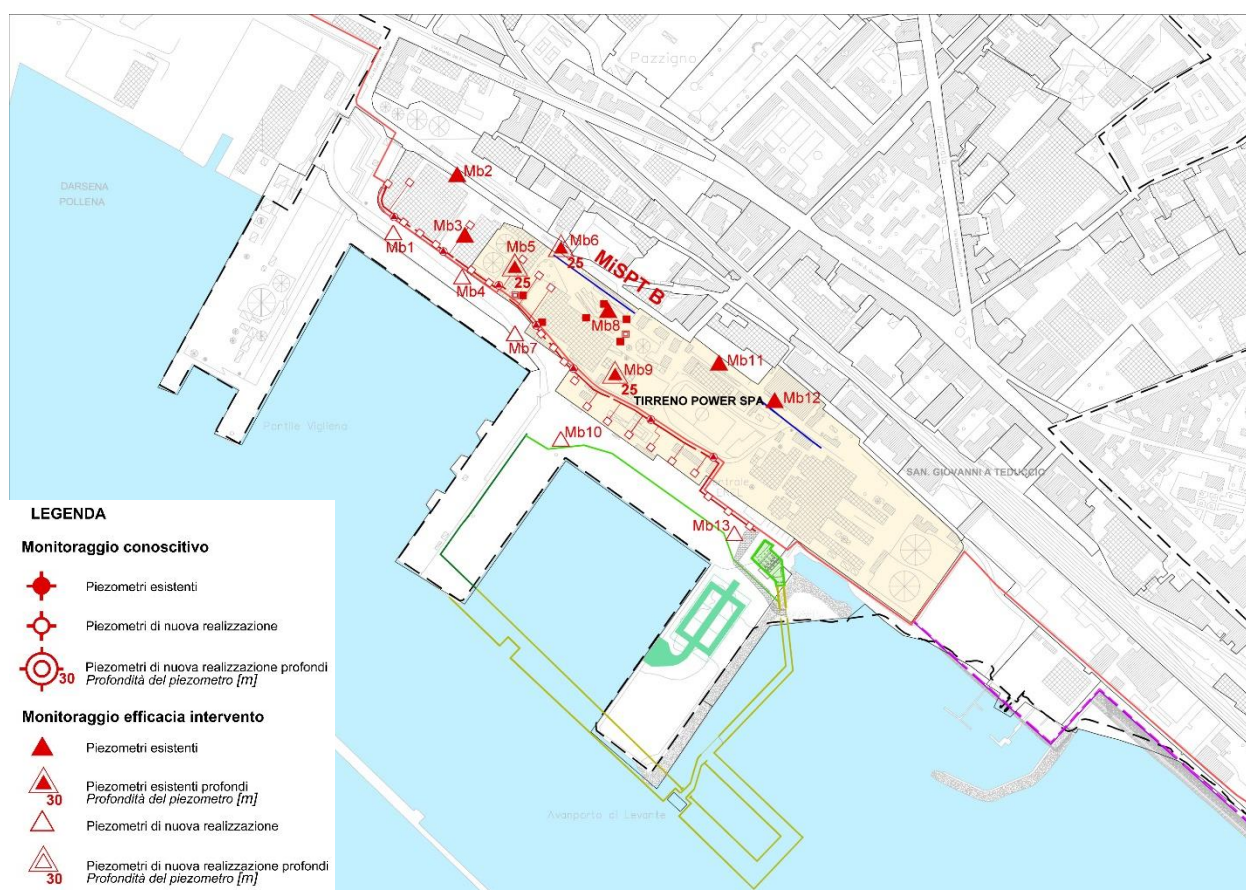


Figura 2.5 – Area sud del SIN, interventi di progetto MiSPT B, MiS delle Aziende, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mb1-Mb8 di monte, Mb9-Mb13 di valle).

2.4.3. Piezometri di monitoraggio per la valutazione dell'efficacia della MISPT F

La MiSPT F è localizzata in un'area di colmata realizzata per la costruzione del depuratore di San Giovanni e Teduccio dove, vista l'estrema vicinanza del mare, è prevista una trincea drenante circondata da un palancolato metallico che ha la sola funzione di impedire l'afflusso diretto delle acque di mare alla trincea. Per la stessa ragione sono state mantenute molto basse sia le portate emunte, che il dislivello piezometrico indotto dall'opera, il cui funzionamento è stato verificato

con il modello idrogeologico. La trincea, della lunghezza fronte mare di circa 310 m, lavora ad una quota di esercizio pari al livello del mare determinando un abbassamento del carico idraulico di soli 10 cm, con una portata unitaria emunta, pari a circa 0,013 l/s per metro, per complessivi 4,2 l/s (15,12 m³/h).

I **piezometri posti a monte** idraulico della trincea controllano la qualità delle acque di falda dell'area contaminata per verificare l'attenuazione delle plume determinate dall'intervento e sono individuati sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti la direzione della falda e di considerazioni idrochimiche di qualità. In particolare, sono stati individuati n.4 piezometri di cui n.3 già esistenti ed 1 di nuova realizzazione.

I **piezometri posti a valle**, invece, consentono di valutare l'efficacia del sistema di messa in sicurezza e bonifica realizzato, caratterizzando la qualità delle acque a valle dello stesso. In questo caso, considerata la vicinanza del mare, sono stati posizionato soltanto n. 2 piezometri alle estremità della trincea drenante, sulla base di considerazioni idrogeologiche inerenti direzione post operam della falda nell'area, per verificare che agli estremi della trincea non vi sia passaggio di acqua contaminata verso il mare. Entrambi i piezometri, di cui uno esistente e l'altro di nuova realizzazione, risultano posizionati sull'arenile.

Nella Tabella 2.7 tabella 2.7 è riportato un prospetto dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione da utilizzare per il monitoraggio dell'efficacia dell'intervento di MiSPT E, mentre nella Figura 2.6 è riportata la planimetria con il loro posizionamento.

Tabella 2.7 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'intervento MiSPT F.

AREA INTERESSATA DALLA MiSPT F (ex depuratore di San Giovanni a Teduccio)	PIEZOMETRI ESISTENTI (N.)	PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE (N.)	TOTALE PIEZOMETRI (N.)
Piezometri posti a monte idraulico	3	1	4
Piezometri posti a valle idraulico	1	1	2
Totale	4	2	6



Figura 2.6 – Area del depuratore di San Giovanni a Teduccio, interventi di progetto MiSPT F, piezometri di monitoraggio dell'efficacia dell'intervento esistenti o di nuova realizzazione (Mf1-Mf4 di monte, Mf5-Mf6 di valle).

Si riporta di seguito la tabella Tabella 2.8 con un riepilogo dei piezometri previsti per il sistema di monitoraggio dell'efficacia degli interventi.

Tabella 2.8 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio dell'efficacia degli intervento.

MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Area interessata dalla MiSPT C	14	3	17
Area interessata dalla MiSPT D	9	2	11
Area interessata dalla MiSPT E	4	5	9
Area interessata dalla MiSPT A	10	8	18
Area interessata dalla MiSPT B	8	5	13
Area interessata dalla MiSPT F	4	2	6
Totale	49	25	74

3. MONITORAGGIO CONOSCITIVO

Nell'analisi dello stato della contaminazione rilevata all'interno del SIN, sono stati riscontrati superamenti delle CSC in piezometri posti al limite del SIN, facendo presupporre la presenza di contaminazione proveniente dalle aree della città poste a nord e nord ovest del SIN. Tale situazione è stata riscontrata in particolare per il confine nord-ovest del SIN, che si trova a valle idraulico della Stazione Centrale di Napoli e dell'impianto di manutenzione IMC-ETR di Trenitalia, nonché di altre attività produttive site nel tessuto urbano dei quartieri o dei comuni dell'area metropolitana di Napoli e che si trovano a monte idraulico del SIN.

Per tale motivo è stato previsto in progetto un monitoraggio integrativo, che non deve dare indicazioni sull'efficacia dell'intervento, ma ha lo scopo di chiarire alcuni interrogativi specifici in aree localizzate, per consentire di valutare la necessità di future implementazioni dell'intervento. Per tale motivo il monitoraggio conoscitivo si focalizza soltanto su alcune aree e deve essere necessariamente completato con la caratterizzazione delle aree attualmente non caratterizzate, comprese le aree residenziali e pubbliche, che per legge è onere dei proprietari e che contribuirà a definire completamente il quadro della contaminazione del SIN. Inoltre, anche in ragione del lungo periodo di esistenza dell'area industriale, le plume di contaminanti potrebbero attualmente essere anche molto lontane dai siti di generazione.

Esistono, tra l'altro, nel SIN alcune aziende che hanno aderito all'Accordo di programma, senza avere effettuato alcuna indagine di caratterizzazione. In tal caso, ricadendo l'eventuale intervento sulla parte pubblica, risulta assolutamente necessario verificare lo stato della contaminazione a monte e a valle idraulico delle stesse.

Inoltre, nelle aree in cui si è rilevato un solo superamento di parametri per un periodo limitato, si è scelto di non effettuare l'intervento, ma di realizzare un adeguato monitoraggio conoscitivo. Le stesse attività sono state previste per le aree fronte mare non oggetto del presente intervento poiché:

- ✓ non risulta, allo stato attuale, evidenza di contaminazione, e non è stato previsto alcun intervento di bonifica (per es. nell'area immediatamente ad est della MiSPT B, in cui è stata effettuata una bonifica dei terreni finalizzata alla realizzazione della nuova centrale Tirreno Power;
- ✓ risultano presenti altri interventi realizzati da Aziende private o Enti pubblici, costruiti per stralci e non ancora completati, per es. in direzione dei varchi del diaframma realizzato da SIAP fronte arenili di San Giovanni a Teduccio;
- ✓ nell'area a valle idraulico delle aree del depuratore di Napoli Est.

In dettaglio si prevede il monitoraggio conoscitivo:

- ✓ nell'area ovest del SIN, immediatamente al confine con le aree della stazione centrale e altre aree urbane poste più a nord, nel cui territorio sono localizzate altre attività produttive e artigianali; si prevede di monitorare un totale di n.17 piezometri posti ad un interasse di circa 150 m, di cui n.2 esistenti e n. 15 di nuova realizzazione: questi ultimi avranno profondità di 15 m, tranne n.3 che avranno una profondità di 40 m e comunque non oltre la formazione impermeabile di base.
- ✓ nell'area ovest del SIN, immediatamente a valle dello stesso, nei tratti non coperti dalle MiSPT A1, A2 e A3, per verificare le condizioni di non contaminazione accertate durante la redazione della progettazione, secondo quanto riportato dai dati disponibili al MATTM: in tale area si prevede di effettuare le indagini su n.7 piezometri di nuova realizzazione, di cui n.6 profondi 30 m per consentire il monitoraggio dell'interfaccia del cuneo salino ed

uno profondo 60 m comunque non oltre la formazione impermeabile di base, e in tale piezometro, invece di un solo campionamento come per gli altri, si prevede di effettuare n.3 campionamenti a diversa profondità, cioè nella parte superiore, intermedia e inferiore della falda.

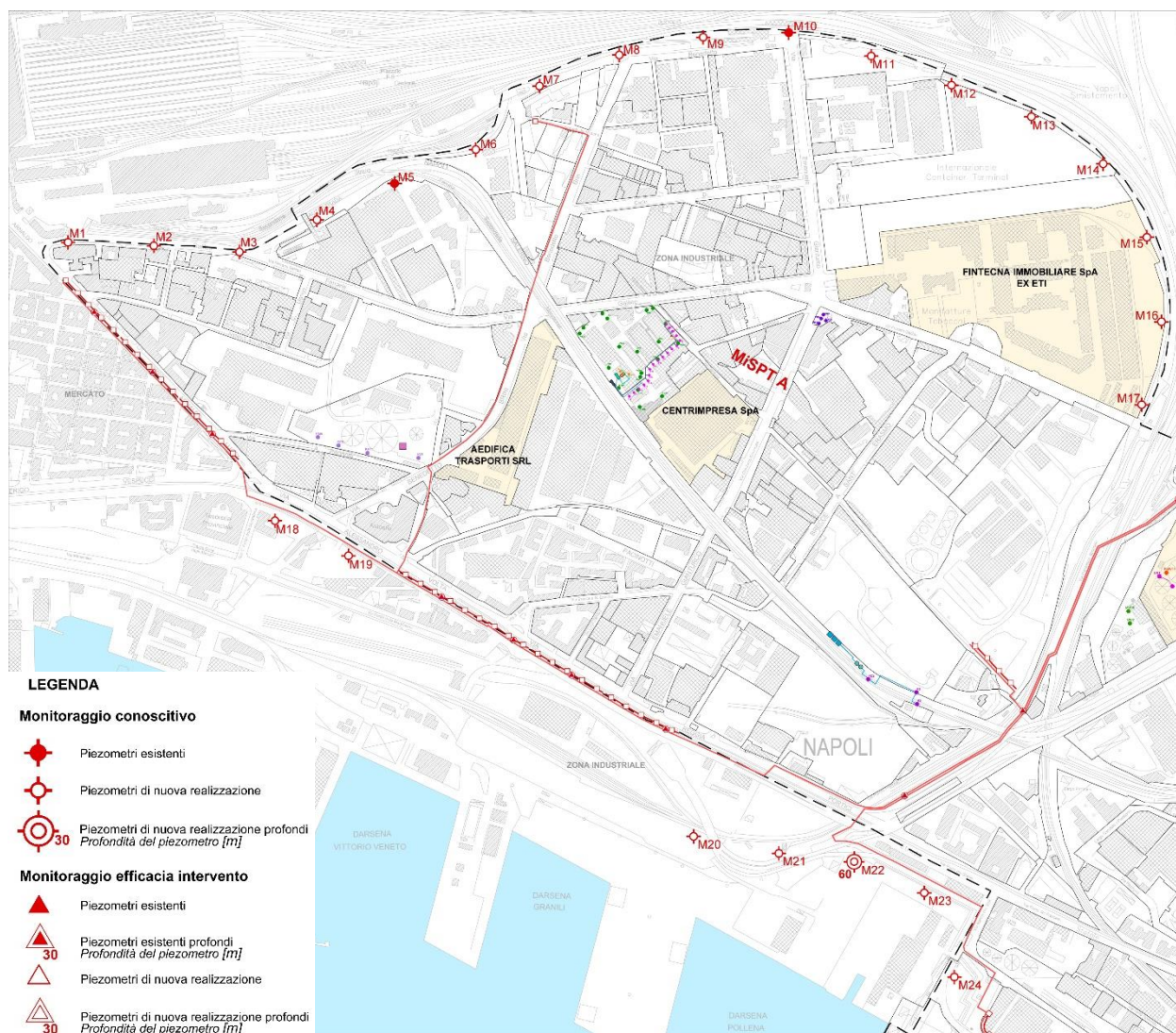


Figura 3.1 - Monitoraggio conoscitivo nell'area ovest del SIN lungo il confine con le aree urbane, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.

- ✓ nell'area ad est della MiSPT B, di competenza della Tirreno Power, in cui l'Azienda ha previsto la realizzazione di un diaframma semi-plastico (attualmente non ancora realizzato) che si saldi a quello esistente dell'Autorità Portuale ad ovest e al diaframma realizzato da SIAP negli arenili di San Giovanni a Teduccio ad est. Si prevede di monitorare n.5 piezometri esistenti, di cui: n.2 posti a valle, n. 2 posti a monte della centrale; la profondità dei piezometri esistenti presi in considerazione è di 10 m.
- ✓ negli Arenili di San Giovanni a Teduccio in cui è stato realizzato il diaframma SIAP nel quale, attualmente sono presenti n.6 varchi di circa 10 m, posti ogni 100 m circa di

diaframma. I piezometri sono stati posizionati in corrispondenza di tali varchi anche nell'eventualità di un futuro intervento di completamento del diaframma, utilizzando i varchi esistenti per la realizzazione di PRB, sebbene allo stato attuale non si abbia evidenza di contaminazione.

Si prevede di monitorare n.6 piezometri, tutti di nuova realizzazione e posti in prossimità dei varchi allo scopo di conoscere l'eventuale contaminazione o meno delle acque di falda fluenti attraverso gli stessi.

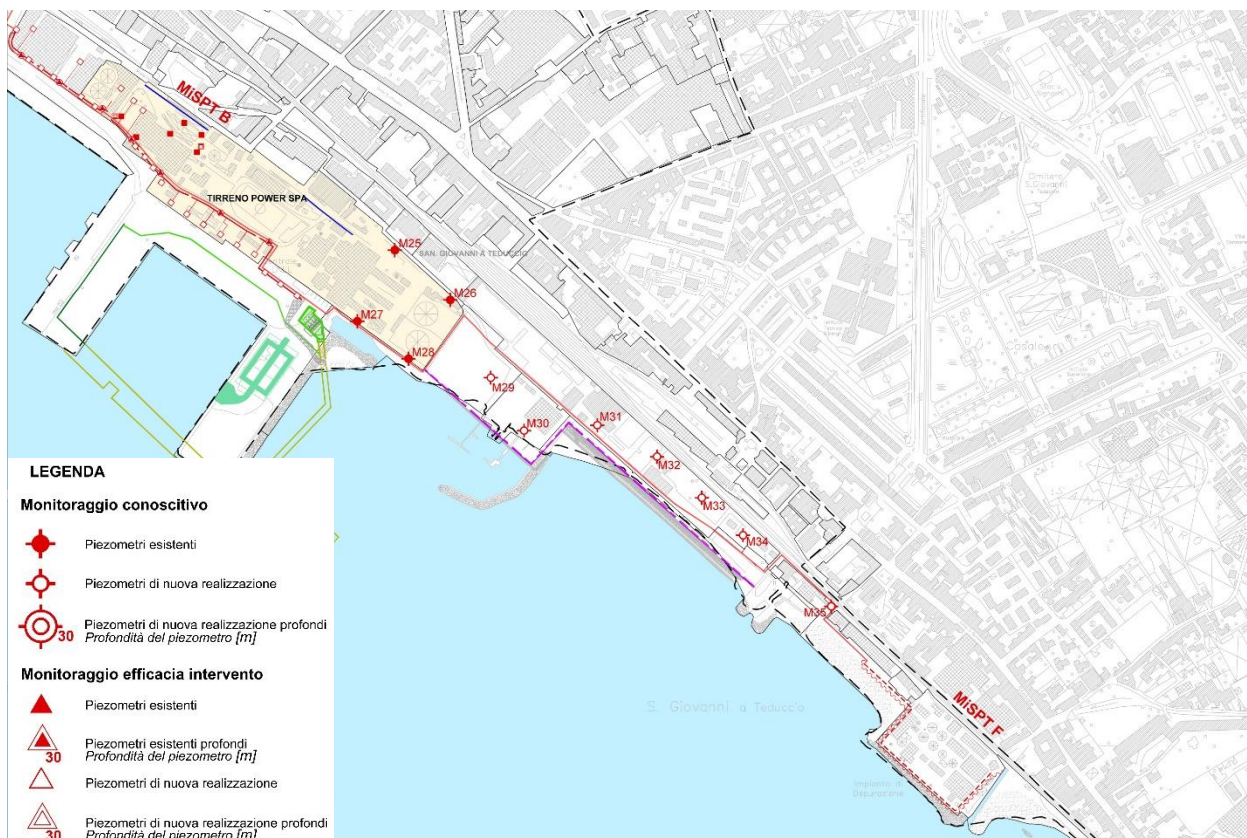


Figura 3.2 - Monitoraggio conoscitivo nella zona ad est della MiSPT B – area compresa tra Tirreno Power e il depuratore di San Giovanni a Teduccio, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.

- ✓ nell'area ad ovest della Esso, lungo la sx del Sebeto e compresa tra le aree messe in sicurezza dalla MiSPT D e C. Si prevede di monitorare n.4 piezometri, di cui uno esistente e n.3 di nuova realizzazione; tra questi ultimi, uno sarà profondo 60 m.
- ✓ nell'area ad est della Q8-Area Depositi, a monte idraulico dell'azienda al confine del SIN, per conoscere eventuali apporti di contaminazione provenienti da aree fuori SIN in cui risultano insediate attività potenzialmente impattanti sulla falda.
Si prevede di monitorare n.7 piezometri di cui n. 4 esistenti e n. 3 di nuova realizzazione, di questi ultimi n.1 piezometro è stato previsto della profondità di 60 m.
- ✓ nella zona del confine ovest dell'area del Depuratore di Napoli Est, in cui sono stati rilevati superamenti per metalli isolati, allo scopo di chiarire l'esistenza o meno di un apporto determinato in tale area. Si prevede di monitorare n.4 piezometri, di cui n.2 esistenti e n.2 di nuova realizzazione.

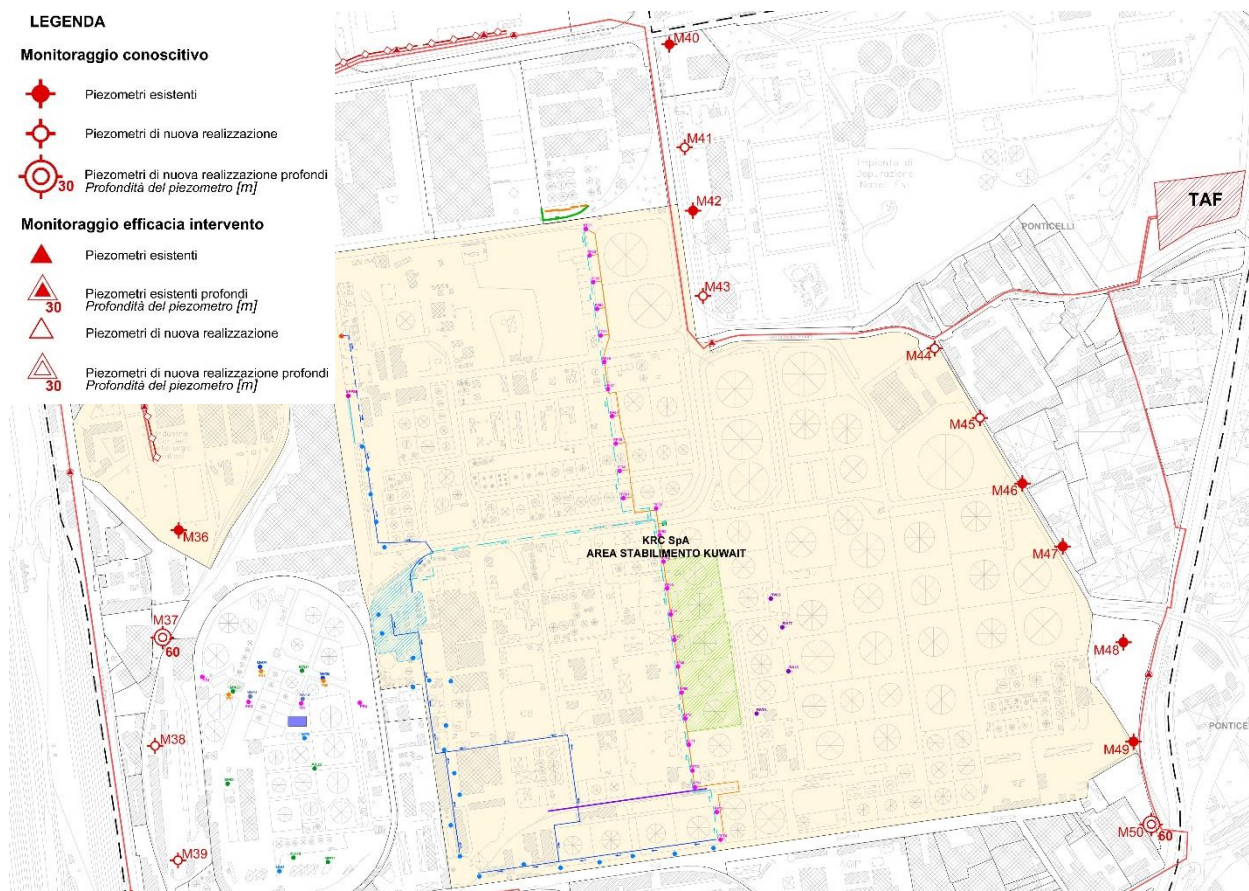


Figura 3.3 - Monitoraggio conoscitivo nell'area a est stabilimento Q8 (zona stoccaggio) e nell'area ad ovest del Depuratore Napoli Est, piezometri esistenti e di nuova realizzazione.

Nella Tabella 3.1 seguente è riportato il prospetto riepilogativo dei piezometri individuati per il monitoraggio conoscitivo, rappresentati anche nelle figure precedente.

Tabella 3.1 – Tabella riepilogativa del sistema di monitoraggio conoscitivo.

MONITORAGGIO CONOSCITIVO	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Area ovest del SIN al confine con le aree urbane	2	15	17
Area sud-ovest del SIN a valle del SIN	0	7	7
Area Tirreno Power	4	1	5
Area diaframmi Arenili San Giovanni a Teduccio	0	6	6
Area a ovest della Esso	1	3	4
Area a est stabilimento Q8 (zona stoccaggio)	4	3	7
Area ad ovest del Depuratore Napoli Est	2	2	4
Totale	13	37	50

3.1. MONITORAGGIO CONOSCITIVO PIEZOMETRICO

Si prevede di realizzare campagne trimestrali di rilevamento dei carichi idraulici, da svolgere su tutta la rete di monitoraggio, sia quella di valutazione dell'efficacia dell'intervento sia quella conoscitiva. In questo modo si otterranno delle misure stagionali che, per disposizione dei punti di controllo e per cadenza temporale, avranno le caratteristiche necessarie per la valutazione degli effetti indotti dagli interventi sulla piezometria e in particolare sui carichi idraulici a monte.

I livelli, inoltre, saranno misurati automaticamente nei pozzi di emungimento dal sistema di telecontrollo, fornendo i dati dettagliati inerenti l'effetto locale indotto dall'emungimento sulla superficie di falda.

3.2. MONITORAGGIO CONOSCITIVO IDROCHIMICO

Il protocollo di monitoraggio che si intende attuare per il controllo qualitativo delle acque di falda circolanti nel SIN, prevede, in analogia a quanto stabilito per il monitoraggio dell'efficacia degli interventi, il campionamento trimestrale da effettuare sull'insieme dei piezometri indicati in progetto, e i campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca del set di parametri previsto nel *“Protocollo operativo per campagna coordinata del monitoraggio delle acque di falda per il Sto di Interesse Nazionale (SIN) Napoli Orientale, ARPAC, Ottobre 2014”*.

Analogamente ai piezometri di monitoraggio dell'efficacia, anche la realizzazione dei piezometri del monitoraggio conoscitivo dovrà essere effettuata nelle primissime fasi dell'appalto in modo da effettuare 4 campagne stagionali (complessivamente per un anno) ante operam. Quindi sarà effettuato un altro anno di campionamenti e analisi trimestrali, con cadenze analoghe a quelle precedenti e negli stessi periodi del monitoraggio dell'efficacia.

Se qualche piezometro, all'esito dei risultati analitici, mostrerà anche per un solo parametro un valore di concentrazione superiore a quello limite normato (Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, D.Lgs. 152/06 e ss.mm. e ii.), dall'anno successivo e per due anni continuerà ad essere campionato con la stessa frequenza (ossia 4 volte l'anno). Quando per un intero anno non mostrerà superamenti, potrà essere escluso dai campionamenti.

Il set di parametri indagati potrà essere integrato con gli ulteriori parametri qualora l'Ente di controllo competente ne ritenesse necessario.

L'esecuzione di campagne trimestrali di carattere globale, inoltre, permetterà di validare la significatività dei piezometri scelti e di stabilire definitivamente la rete di monitoraggio. Il set di parametri previsto potrà essere integrato con gli ulteriori parametri qualora l'Autorità Competente, ossia l'Ente di controllo, ne ritenesse necessario.

4. INDAGINI PROPEDEUTICHE AL PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO DI PRIMA FASE

Infine, si intende effettuare una campagna di indagini propedeutiche alla redazione della progettazione esecutiva delle opere di prima fase.

Infatti, considerato che le caratterizzazioni risalgono in alcuni casi a quasi un decennio fa, e che un intervento di questo genere deve essere calibrato su dati recenti al fine di intercettare la falda all'interno dei *plumes* quanto più vicino possibile ad essi, risulta necessario condurre una campagna di indagini anche su alcune aree già caratterizzate per verificarne lo stato attuale. Il monitoraggio conoscitivo, quindi, a parere della scrivente società deve essere realizzato, almeno per le aree interessate dagli interventi di prima fase, prima della redazione del progetto esecutivo.

Il monitoraggio idrochimico e quello piezometrico saranno effettuati con le stesse modalità e lo stesso set analitico (ARPA) previste nei capitoli precedenti, ma sarà effettuato su una sola campagna di indagini che comprenderà la valutazione delle stratigrafie, il prelievo e analisi delle acque e la misura del livello della falda. Saranno effettuate anche alcune misure geotecniche necessarie alla progettazione delle strutture del TAF. Le indagini integrative sono quantificate nel Quadro Economico di Progetto.

Nella scelta dei piezometri da sottoporre a prelievo è stata considerata la presenza delle aziende che attualmente effettuano il monitoraggio trimestrale della falda, localizzando i piezometri nelle aree non coperte o dove è stata effettuata la caratterizzazione, ma questa risulta obsoleta.

Tabella 4.1 – Tabella riepilogativa delle indagini integrative propedeutiche alla redazione del progetto esecutivo delle opere della I fase attuativa.

INDAGINI INTEGRATIVE	N. PIEZOMETRI ESISTENTI	N. PIEZOMETRI DI NUOVA REALIZZAZIONE	N. TOTALE PIEZOMETRI
Area centrosettentrionale del SIN – opere di prima fase	39	13	52
Totale	39	13	52

5. MONITORAGGIO DI CONTROLLO

In attuazione a quanto disposto D.lgs. 152/06 e s.m. e i., la presente sezione sul Monitoraggio e Controllo dello scarico di acque reflue dall'impianto di TAF ha la finalità principale della verifica di conformità dell'esercizio dell'impianto di trattamento delle acque di falda rispetto a quanto stabilito dalla normativa di settore.

Sulla base delle risultanze analitiche sia di caratterizzazione e sia di monitoraggio emerse dal modello concettuale della contaminazione (cfr. elaborato descrittivo di progetto "PD ED 005 - Relazione sullo stato della contaminazione", al quale si rimanda per i dettagli e gli approfondimenti), sono stati predisposti gli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle acque di falda per le diverse aree del SIN.

La contaminazione riscontrata nelle zone in cui è prevista la realizzazione degli interventi è sintetizzabile come di seguito riportato:

- ✓ **MISPT A:** è riconducibile a **metalli** (Al, Sb, Cr totale, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Mn), **composti organici aromatici** (benzene), **idrocarburi policiclici aromatici** (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,h)antracene, indenopirene), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (cloruro di vinile, 1,2 dicloroetano, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene e tetracloroetilene) e **non cancerogeni** (1,2 dicloropropano, 1,1,2 tricloropropano e 1,1,2,2 tetracloroetano), **composti alifatici alogenati cancerogeni** (tribromometano, 1,2 dibromoetano, dibromoclorometano e bromodiclorometano), **clorobenzeni** (1,4 diclorobenzene e esaclorobenzene), **PCB, Idrocarburi totali**;
- ✓ **MISPT B:** è riconducibile a **metalli** (Al, Sb, As, Fe, Hg, Ni, Pb, Mn), **composti inorganici** (fluoruri, boro e nitriti), **idrocarburi policiclici aromatici** (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,h)antracene, indenopirene), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (cloruro di vinile, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene e tetracloroetilene) e **non cancerogeni** (1,2 dicloroetilene, 1,2 dicloropropano, 1,2,3 tricloropropano e 1,1,2,2 tetracloroetano), **composti alifatici alogenati cancerogeni** (1,2 dibromoetano), **PCB, Idrocarburi totali**;
- ✓ **MISPT C:** è riconducibile a **metalli** (Sb, As, Cr totale, Fe, Hg, Ni, Se, Mn, Tl), **composti inorganici** (fluoruri), **composti organici aromatici** (benzene, etilbenzene, toluene e p-xilene), **idrocarburi policiclici aromatici** (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,h)antracene, indenopirene), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (clorometano, cloruro di vinile, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene e tetracloroetilene) e **non cancerogeni** (1,2 dicloroetilene, 1,2,3 tricloropropano e 1,1,2,2 tetracloroetano), **composti alifatici alogenati cancerogeni** (tribromometano, 1,2 dibromoetano), **clorobenzeni** (1,4 diclorobenzene e esaclorobenzene), **Idrocarburi totali, MTBE**;
- ✓ **MISPT D:** è riconducibile a **metalli** (Al, As, Fe, Se, Mn, Tl), **idrocarburi policiclici aromatici** (dibenzo(a,h)antracene), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (triclorometano, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene e tetracloroetilene) e **non cancerogeni** (1,2,3 tricloropropano), **clorobenzeni** (monoclorobenzene, 1,4 diclorobenzene e esaclorobenzene);
- ✓ **MISPT E:** è riconducibile a **metalli** (Al, As, Cr VI, Fe, Hg, Ni, Pb, Mn, Tl), **composti inorganici** (fluoruri, solfati e nitriti), **idrocarburi policiclici aromatici**

(benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,h)antracene, indenopirene), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (triclorometano, cloruro di vinile, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene, tetracloroetilene e esaclorobutadiene) e **non cancerogeni** (1,2 dicloropropano, 1,1,2 tricloropropano, 1,2,3 tricloropropano e 1,1,2,2 tetracloroetano), **PCB, Idrocarburi totali**;

- ✓ **MISPT F**: è riconducibile a **metalli** (As, Cr totale, Ni, Mn), **composti alifatici clorurati cancerogeni** (triclorometano, 1,1 dicloroetilene e tricloroetilene) e **non cancerogeni** (1,2,3 tricloropropano e 1,1,2,2 tetracloroetano), **Idrocarburi totali**;

Le acque di falda, quindi, vengono raccolte mediante quattro distinti sistemi di collettamento, ciascuno senza soluzione di continuità:

- ✓ uno a servizio della MiSPT A;
- ✓ uno a servizio delle MiSPT B ed F,
- ✓ uno a servizio della MiSPT C;
- ✓ uno a servizio delle MiSPT D ed E.

e arrivano all'impianto di trattamento, dimensionato e progettato, tenendo conto della descritta tipologia degli analiti presenti e nel rispetto della salute umana e dell'ambiente. La portata media complessiva da trattare, in condizioni di morbida, è di circa 6.181,9 m³/giorno.

Lungo i collettori di adduzione al TAF sono previsti una serie di sollevamenti.

Nella scelta del livello di trattamento cui sottoporre le acque di falda, si era inizialmente tenuto conto di quanto previsto dal comma 4 dell'art. 243 del D.Lgs. 152/2006, come modificato dal DL 69/2013 (c.d. "*decreto del fare*"), che prevede che, in presenza di sistema di collettamento continuo delle acque di falda all'impianto TAF, lo scarico può rispettare i limiti della Tab.3 dell'All.5 alla Parte III del citato D.Lgs. 152/06.

Per i parametri non compresi in tale tabella, si era deciso di far riferimento alle CSC (Tab.2 dell'All.5 alla Parte V del D.Lgs.152/06), mentre soltanto per i solventi clorurati, in relazione alle loro caratteristiche di cancerogenità, tossicità e di persistenza nell'ambiente, si era scelto di considerare le CSC anche in presenza di un limite di Tab.3, che però si riferisce all'intera famiglia e non ai singoli analiti.

In seguito alla riunione tecnica dell'8 aprile u.s. si è deciso di utilizzare come obiettivi di bonifica le CSC per gli analiti per i quali nella citata Tab.3 dell'All.to 5:

- ✓ non è presente il limite allo scarico;
- ✓ non è riportato il limite allo scarico per il singolo analita, ma una sommatoria per l'intera famiglia.

Per la determinazione della contaminazione attesa dell'acqua di falda addotta al TAF, si è fatto riferimento ai dati analitici dei piezometri ricadenti nell'area intercettata dagli interventi. Inoltre, in considerazione del fatto che l'intervento in oggetto risulta essere un intervento di bonifica, si è ritenuto di dover adottare un approccio prudente nella scelta delle concentrazioni di interesse di ingresso all'impianto TAF, assumendo l'85° percentile come valore rappresentativo per la determinazione della qualità attesa dell'acqua in arrivo all'ingresso del TAF, anche in relazione alla localizzazione degli interventi di MiSPT nelle immediate vicinanze delle aree contaminate, al fine di limitare al massimo l'emungimento di acque non contaminate.

In particolare sono state effettuate le simulazioni per verificare la composizione delle acque in ingresso al TAF adottando l'80°, l'85°, il 90° e il 95° percentile, nonché il valore massimo di concentrazione e sono state discusse nella riunione tecnica del MATTM del 18.11.2015. Si è

constatato che l'adozione dell'85° percentile, oltre a risultare maggiormente rappresentativo delle condizioni di contemporaneità di afflusso del picco massimo di ciascun contaminante (condizione rappresentata dalla tabella dei valori massimi e considerata statisticamente estremamente improbabile), consente di prevedere il trattamento di tutti i composti cancerogeni, senza aggravare eccessivamente l'impianto con il trattamento spinto di metalli quali Fe e Mn, abbondantemente presenti in sito ma privi di effetti tossicologici e la cui presenza potrebbe essere attribuita anche a valori di fondo naturale (sebbene non ancora determinati dagli enti competenti).

La seguente Tabella 5.1 confronta i limiti di Tabella 2 Parte IV del D.Lgs. 152/06, CSC per le acque sotterranee, ai limiti di Tabella 3 Parte III del D.Lgs. 152/06, limiti per lo scarico in acque superficiali, quindi sono riportati gli obiettivi di bonifica scelti nella riunione tecnica del MATTM del 08.04.2016 per le acque in uscita al TAF e da recapitare in corpo idrico superficiale, in relazione ai quali è stato dimensionato l'impianto e le necessità di trattamento o abbattimento per ciascun analita considerato.

Si prevede di eseguire le determinazioni analitiche di controllo, con frequenza mensile, in analogia a quanto previsto dal TUA, *“per impianto di trattamento delle acque con potenzialità > di 10.000 A.E. e < di 50.000 A.E. dovranno essere eseguiti 12 campioni l'anno, ossia la frequenza di campionamento dovrà essere mensile”*.

Inoltre, per ottemperare a quanto richiesto dal Tavolo Tecnico del 08.04.2016 svoltosi presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (cfr¹. Verbale R.T. 08.04.2016), è previsto che il primo anno di monitoraggio dello scarico vengano controllati tutti gli analiti che superano le CSC presso le singole MISPT; dopodiché si valuterà sulla base dei risultati acquisiti, la possibilità di ricalibrare il set analitico in funzione degli esiti del monitoraggio.

Sarà cura dell'Autorità Competente stabilire, ai fini del rilascio dell'autorizzazione allo scarico in corpo idrico superficiale, frequenze di campionamento diverse e rispetto di limiti più o meno restrittivi in funzione di eventuali obiettivi di qualità ambientale previsti dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania.

Si prevede di effettuare le analisi con cadenza mensile sia al pozzetto d'ingresso al depuratore, per verificare le caratteristiche della portata in ingresso, sia al pozzetto in uscita per verificare il rispetto dei limiti. Per quanto riguarda le caratteristiche delle acque in ingresso, con cadenza trimestrale si prevede anche di effettuare il prelievo e le analisi all'ultimo pozzetto di raccolta e rilancio di ciascuna MiSPT, per verificare gli apporti delle singole aree alla corrente complessiva; tale campionamento dovrà essere effettuato in coincidenza con uno dei campionamenti mensili al TAF.

Considerata la difficoltà di prevedere la realizzazione di uno scarico autonomo delle acque di falda trattate al TAF, sia in relazione alla presenza di interferenze che alla distanza dal mare, si è previsto di utilizzare gli scarichi del depuratore Napoli Est, sia quello principale, che recapita a mare mediante condotta sottomarina da utilizzare in condizioni usuali, sia quello di emergenza, che recapita sottocosta, da utilizzare anche nel nostro caso solo se il primo non risulti disponibile. In entrambi i casi la capienza dei collettori di recapito risulta ampiamente superiore rispetto alle necessità del TAF in oggetto.

¹ Il verbale della riunione tecnica svoltasi al MATTM in data 08.04.2016 è disponibile al seguente indirizzo http://www.bonifiche.minambiente.it/contenuti/Napoli%20Orientale/2016/riunioni_tecniche/Prot.7031.STA_resoconto_R.T.Napoli_Or.le.pdf

Tabella 5.1 - Valori limiti di emissione di progetto, su cui si basa la presente verifica di conformità di scarico in corpo idrico superficiale.

Concentrazioni Soglie di Contaminazione - CSC (Tab.2, ALL.5, Parte IV, D.Lgs. 152/06)			Limite scarico in acque superficiali (Tab.3, All.5, parte III del D.Lgs 152/06)			Obiettivi di bonifica (modificati secondo riunione tecnica MATTM 08.04.2016)
	Analita	[µg/L]	Analita	[mg/L]	[µg/L]	[µg/L]
Metalli	Alluminio	200	Alluminio	≤ 1	1.000	1.000
	Antimonio	5				5
	Argento	10				10
	Arsenico	10	Arsenico	≤ 0,5	500	500
	Berillio	4				4
	Cadmio	5	Cadmio	≤ 0,02	20	20
	Cobalto	50				50
	Cromo totale	50	Cromo totale	≤ 2	2.000	2.000
	Cromo VI	5	Cromo VI	≤ 0,2	200	200
	Ferro	200	Ferro	≤ 2	2.000	2.000
	Mercurio	1	Mercurio	≤ 0,005	5	5
	Nichel	20	Nichel	≤ 2	2.000	2.000
	Piombo	10	Piombo	≤ 0,2	200	200
	Rame	1000	Rame	≤ 0,1	100	100
	Selenio	10	Selenio	≤ 0,03	30	30
	Manganese	50	Manganese	≤ 2	2.000	2.000
	Tallio	2				2
	Zinco	3000	Zinco	≤ 0,5	500	500
Composti Inorganici	Boro	1000	Boro	≤ 2	2.000	2.000
	Cianuri	50				50
	Fluoruri	1500	Fluoruri	≤ 6	6.000	6.000
	Nitriti	500	Nitriti	≤ 0,6	600	600
	Solfati	250.000	Solfati	1000	1.000.000	1.000.000
Composti organici aromatici	Benzene	1	solventi organici aromatici	≤ 0,2	200	1
	Etilbenzene	50				50
	Stirene	25				25
	Toluene	15				15
	p-xilene	10				10
Idrocarburi policiclici aromatici	Benzo(a)antracene	0,1				0,1
	Benzo(a)pirene	0,01				0,01
	Benzo(b)fluorantene	0,1				0,1
	Benzo(k)fluorantene	0,05				0,05
	Benzo(g,h,i)perilene	0,01				0,01
	Crisene	5				5
	Dibenzo(a,h)antracene	0,01				0,01
	Indenopirene	0,1				0,1
	Pirene	50				50
	Sommatoria IPA	0,1				0,1
Composti alifatici clorurati cancerogeni	Clorometano	1,5				1,5
	Triclorometano	0,15				0,15
	Cloruro di vinile	0,5				0,5
	1,2-dicloroetano	3				3
	1,1-dicloroetilene	0,05				0,05
	Tricloroetilene	1,5				1,5
	Tetracloroetilene	1,1				1,1
	Esaclorobutadiene	0,15				0,15
Composti alifatici clorurati non cancerogeni	Sommatoria Organoclorogeni	10	come solventi clorurati	≤ 1	1.000	10
	1,1-dicloroetano	810				810
	1,2-dicloroetilene	60				60
	1,2-dicloropropano	0,15				0,15
	1,1,2-tricloroetano	0,2				0,2
	1,2,3-tricloropropano	0,001				0,001
	1,1,2,2-tetracloroetano	0,05				0,05
Composti alifatici alogenati cancerogeni	Tribromometano	0,3				0,3
	1,2-dibromoetano	0,001				0,001
	Dibromoclorometano	0,13				0,13
	Bromodichlorometano	0,17				0,17
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	3,5	come solventi organici azotati	≤ 0,1	100	3,5
	1,2-dinitrobenzene	15				15
	1,3-dinitrobenzene	3,7				3,7
	Cloronitrobenzene	0,5				0,5
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	40	come solventi clorurati	≤ 1	1.000	40
	1,2-diclorobenzene	270				270
	1,4-diclorobenzene	0,5				0,5
	1,2,4-triclorobenzene	190				190
	1,2,4,5-tetraclorobenzene	1,8				1,8
	Pentaclorobenzene	5				5
Fenoli e Clorofenoli	Esaclorobenzene	0,01				0,01
	2-clorofenolo	180				180
	2,4-diclorofenolo	110				110
	2,4,6-triclorofenolo	5				5
Altre sostanze	Pentaclorofenolo	0,5				0,5
	PCB	0,01				0,01
	Acilammide	0,1				0,1
	Idrocarburi totali	350				350
	MTBE	40	MTBE			40

Oltre agli analiti indicati nella tabella sopra riportata, sullo scarico del TAF devono essere misurati anche pH, conducibilità, temperatura, potenziale redox e ossigeno disciolto.

Tale immissione è prevista a valle dei relativi pozzetti fiscali di scarico e controllo dei due impianti. Le determinazioni analitiche di controllo dello scarico dell'impianto TAF, quindi, saranno effettuate sui campioni di acque prelevati al pozzetto di ispezione e controllo, prima dell'immissione nel canale di scarico utilizzato anche dall'impianto Napoli Est.