	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>1 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

**AVIO S.p.A.**



**Progetto di coinsediamento**  
**banco prova LRE**  
**e impianto CC**

**RELAZIONE DI GESTIONE INTERFERENZE FASE DI CANTIERE-FALDA**

filename: RELAZIONE INTERFERENZE FASE CANTIERE-FALDA



N. 235 Dott. Geol. ANDREA DE SANTIS

03					
02					
01	Prima emissione	DOMUS	DOMUS	DOMUS	29.11.2019
Rev.	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Data

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>2 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LAVORI IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLA FALDA IDRICA SOTTERRANEA .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLA GEOMETRIA E TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PREVISTE IN PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DELLA TIPOLOGIA DI LAVORAZIONE PREVISTA PER LA REALIZZAZIONE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE SU PALI .....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DELL'INTERFERENZA DELLE LAVORAZIONI PREVISTE IN PROGETTO CON LA FALDA IDRICA SOTTERRANEA .....</b>	<b>16</b>
7.1	INTERFERENZA DELLE FONDAZIONI DIRETTE CON LA FALDA_ANALISI DELLE CRITICITÀ E SOLUZIONI PROPOSTE. ....	16
7.2	INTERFERENZA DELLE FONDAZIONI PROFONDE CON LA FALDA - ANALISI DELLE CRITICITÀ E SOLUZIONI PROPOSTE. ....	17
<b>8</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA FALDA IN CORSO D'OPERA_PRESCRIZIONI OPERATIVE..</b>	<b>19</b>
8.1	CONTENUTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO (PDM).....	19
8.2	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI .....	20
8.3	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	21
8.4	ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN FASE DI MONITORAGGIO .....	21
<b>9</b>	<b>INDICAZIONI DELLE ATTIVITÀ CONNESSE CON LA TUTELA E LA SALVAGUARDIA DELLE RISORSE IDRICHE E DEL SUOLO .....</b>	<b>23</b>
9.1	GESTIONE ACQUE METEORICHE DILAVANTI (AMD) .....	23
9.2	GESTIONE ACQUE DI LAVORAZIONE .....	24
9.3	MODALITÀ OPERATIVE DI CANTIERE .....	24
9.4	APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DI CANTIERE .....	24
9.5	TRATTAMENTI A CALCE .....	24
9.6	DEPOSITI E GESTIONE DEI MATERIALI.....	26
9.7	RIFIUTI DEL CANTIERE .....	27
9.8	RIPRISTINO DELLE AREE UTILIZZATE COME CANTIERE E CAMPI BASE .....	27
9.9	ADDESTRAMENTO DELLE MAESTRANZE.....	28

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>3 / 28</b> Rev. <b>01</b>

## 1 INTRODUZIONE



La presente relazione è finalizzata all'analisi della possibile interazione fra la fondazione delle opere e strutture previste in progetto con la falda idrica sotterranea ed alla valutazione delle possibili modificazioni indotte dalle lavorazioni previste per la realizzazione delle strutture di fondazione sulla falda idrica rilevata nell'area d'intervento.

## 2 LAVORI IN PROGETTO

Il progetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto denominato BANCO DI PROVA LRE che è destinato all'esecuzione di test per lo sviluppo e la qualifica di motori spaziali e componenti di motori spaziali a propulsione liquida (di seguito indicati come LRE, Liquid Rocket Engines). Si tratta di motori alimentati da propellenti criogenici che presentano un ridotto impatto ambientale e alto contenuto tecnologico e di innovazione.

L'adiacente impianto carbon-carbon è dedicato alla produzione di componenti in carbon-carbon usati all'interno degli ugelli propulsivi di motori a propellente solido. Tale materiale è un materiale composito a matrice grafitica ad alte prestazioni ed è considerato lo stato dell'arte nelle applicazioni all'interno di motori di piccola e media taglia per assicurare prestazioni propulsive (spinta e impulso specifico) accettabili.

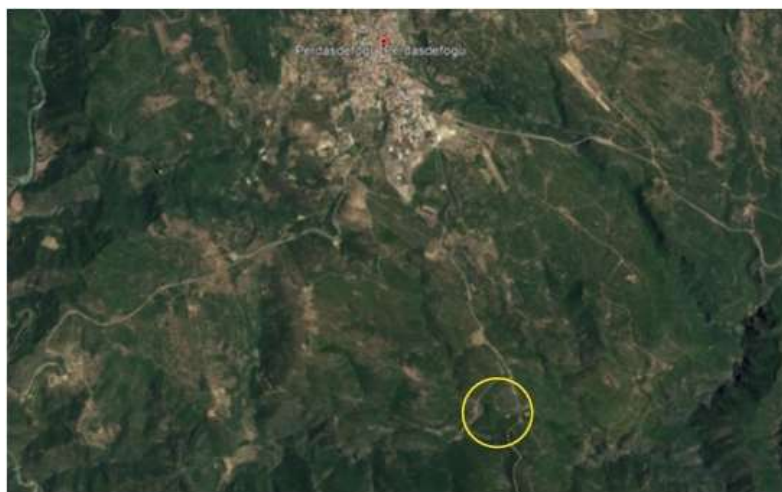
L'area dell'impianto destinata al banco motore è costituita da una serie di unità aperte destinate al servizio della cella di prova che costituisce l'unità di maggiore importanza, per la presenza del motore e degli stoccaggi del propellente. L'unico edificio chiuso previsto è il Centro di comando e controllo (CCC).

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>4 / 28</b> Rev. <b>01</b>

### 3 UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

Per le indicazioni di dettaglio dell'area d'intervento si rimanda alle relazioni tecnico illustrative di progetto. In questa sede si evidenzia che l'intervento interesserà un'area del territorio comunale di Perdasdefogu, in località "Sa Figu", all'interno del poligono militare di Salto di Quirra.

Nella figura seguente si riporta l'indicazione dell'area di intervento (cerchio giallo), posta a sud dell'abitato.



### 4 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLA FALDA IDRICA SOTTERRANEA



Nel presente paragrafo si riassumono sinteticamente i dati relativi alle considerazioni stratigrafiche ed idrogeologiche riportati nelle relazioni specialistiche allegate al progetto: Tale passaggio è necessario per caratterizzare dal punto di vista ambientale dell'area, con particolare riferimento alla presenza e distribuzione della falda idrica sotterranea.

L'individuazione della distribuzione areale e delle caratteristiche idrogeologiche di quest'ultima è il primo, indispensabile, elemento per poter procedere alla valutazione della possibile interferenza delle strutture di fondazione previste in progetto.

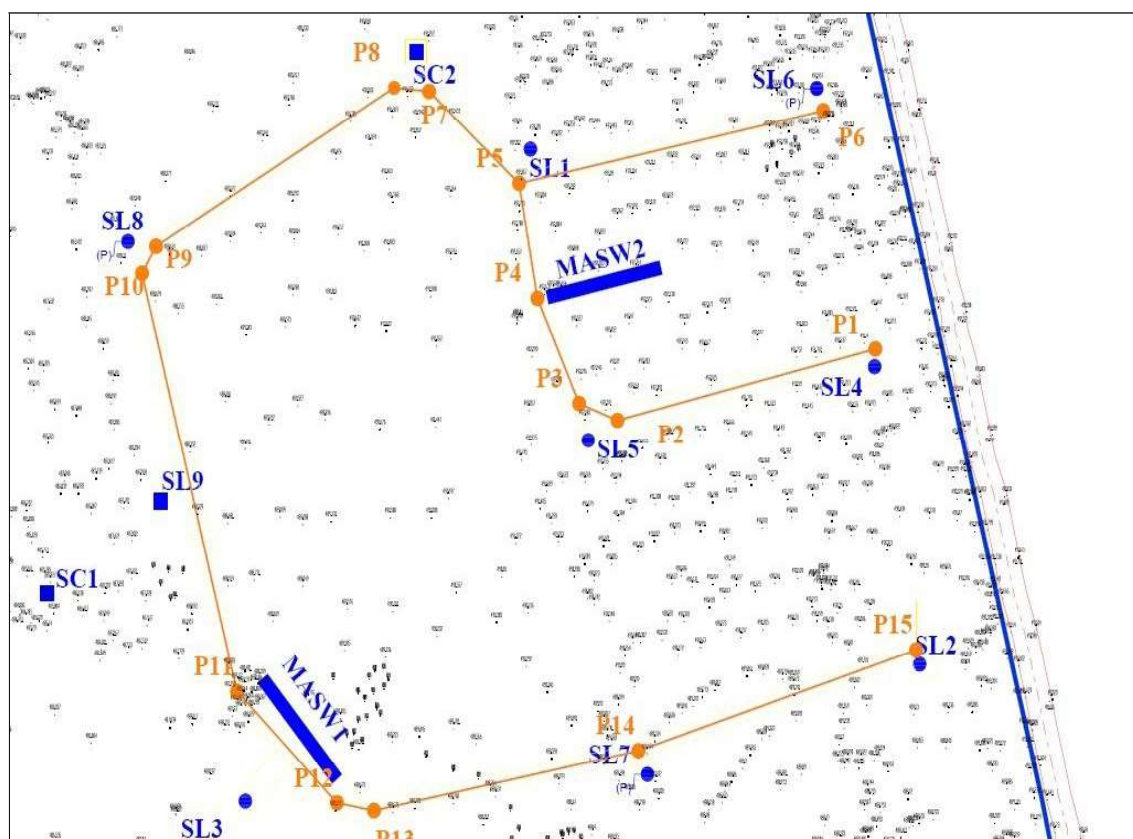
Il settore in esame è stato indagato in maniera approfondita attraverso una serie di indagini geognostiche dirette ed indirette che hanno consentito di ricostruire nel dettaglio la serie stratigrafica per l'area d'intervento consentendo così di definirne il modello geologico.

Come rappresentato nello stralcio cartografico seguente, in situ sono state effettuate le seguenti indagini geotecniche:

- Esecuzione di 10 sondaggi geognostici - geotecnici da realizzare a profondità variabili comprese tra 5 e 30 m: SL3 ha raggiunto la profondità di 35 m, SL4 e SL6 la profondità di 30 m, SL1-SL2-SL5-SL7-SL8-SL9 la profondità di 20 m, mentre per SC2 la profondità di soli 5 m. Il posizionamento SC1 è stato sfruttato solo per il prelievo di campioni ambientali.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>5 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

- Allestimento di tre piezometri profondi 20/30 m per SL6-SL7-SL8.
- Esecuzione di prove dinamiche in situ del tipo S.P.T..
- Esecuzione di due prove sismiche MASW, in prossimità del banco prova e dell'edificio C-C, per caratterizzare la risposta sismica del terreno.
- Esecuzione di due prove sismiche Down Hole in fori opportunamente attrezzati e profondi 30/35 m, per SL3 e SL4.
- Prelievo di campioni di terreno e di acqua di falda.





Attraverso l'esecuzione di prove in situ e di laboratorio è stato possibile determinare le proprietà geotecniche caratteristiche del terreno di fondazione e definire il modello geotecnico da utilizzare per le verifiche di calcolo delle strutture di fondazione.

Dal punto di vista stratigrafico l'area è caratterizzata da un modello geologico a due unità:

- l'unità alluvionale eocenica della Formazione di Monte Cardiga;
- il basamento metamorfico paleozoico dell'Unità di Meana Sardo (Formazione di San Vito).

La presenza di quest'ultimo a profondità ragguardevoli, sicuramente superiori alla massima profondità d'indagine raggiunta con i sondaggi geognostici (pari a 35 metri – Sondaggio SL3), è

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>6 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

stata ipotizzata sulla base dei rilievi indiretti attraverso le indagini geofisiche eseguite (MASW e rilievi sismici down-hole).

L'unità più superficiale è costituita da depositi detritici alluvionali eocenici in cui si alternano irregolarmente differenti litotipi: sabbie argillose, livelli conglomeratici, etc.

Il basamento paleozoico è costituito da alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti, e livelli di metaconglomerati minuti quarzosi.



All'interno della serie alluvionale è stata intercettata una falda idrica sotterranea la cui soggiacenza variabile è stata misurata, nel mese di settembre 2018, ad una profondità compresa nell'intervallo di  $-4.69 \div -9.34$  metri, come rilevato dai piezometri appositamente realizzati (SL6÷SL8).

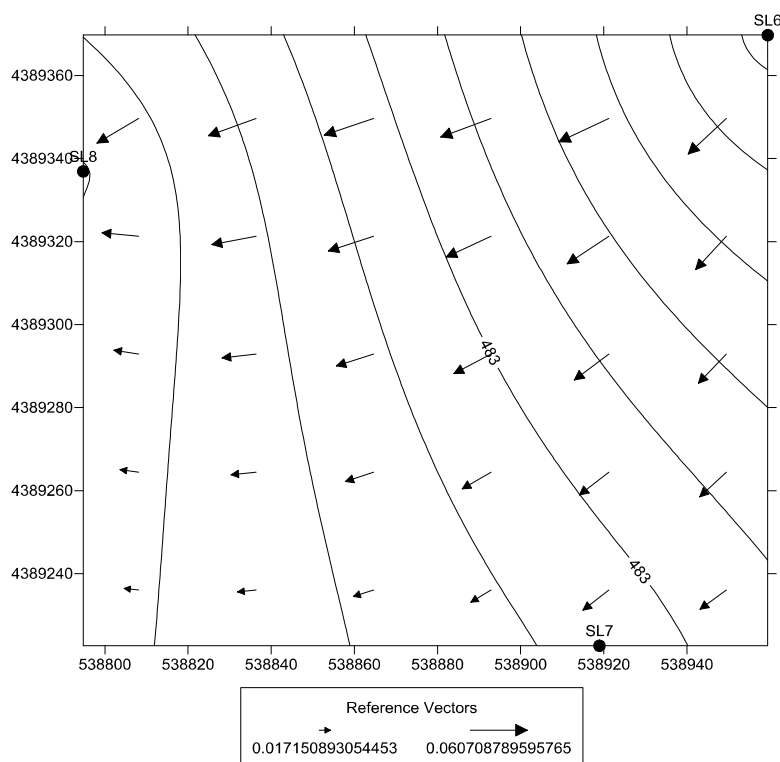
Le successive verifiche, eseguite nei mesi Ottobre 2018 ÷ Gennaio 2019, hanno evidenziato importanti variazioni di livello nei piezometri, raggiungendo i valori minimi di soggiacenza nel Novembre 2018 con il livello misurato a poco più di 1,2 metri dal piano di campagna (sondaggi SL6 e SL8). Nella tabella seguente si riportano le misure eseguite nei tre piezometri esistenti.

MISURA N°	DATA	PIEZOMETRO	PROFONDITA' [m] *
0	9/20/2018	SL6	4.69
	9/20/2018	SL7	7.1
	9/20/2018	SL8	9.34
1	10/16/2018	SL6	4.07
	10/16/2018	SL7	6.34
	10/16/2018	SL8	7.88
2	10/11/2018	SL6	1.25
	10/11/2018	SL7	3.52
	10/11/2018	SL8	1.28
3	16/12/2018	SL6	1.82
	16/12/2019	SL7	3.62
	16/12/2020	SL8	1.91
4	12/01/2019	SL6	2.73
	12/01/2020	SL7	3.91
	12/01/2021	SL8	2.36

La falda è caratterizzata da una direzione di flusso orientativamente NE-O, come riportato nella figura seguente (carte delle isofreatiche). Il gradiente idraulico è variabile da un minimo del 1,70 a un massimo del 6,01 %.



 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>7 / 28</b> Rev. <b>01</b>



In base alle misure dei livelli e dei rilievi eseguiti è possibile definire l'esistenza di un'interazione diretta fra la soggiacenza della falda e gli apporti meteorici. L'andamento altalenante delle misure dei livelli piezometrici testimonia la dipendenza diretta della soggiacenza della falda rispetto agli apporti meteorici anche all'interno della stessa stagione.



La presenza di una falda subsuperficiale, con oscillazioni del livello piezometrico fino a profondità di circa 1.20 metri dal piano di calpestio, comporterà la necessità di prevedere in fase esecutiva la predisposizione di un impianto di aggotamento delle acque subsuperficiali anche nei settori interessati solamente da strutture di fondazioni dirette e superficiali.

Nel paragrafo seguente, si riportano le indicazioni di progetto relative alla definizione della tipologia di fondazione verificata, del dimensionamento geometrico e della distribuzione planimetrica delle fondazioni. Ciò al fine di valutare l'entità dell'interazione della suddetta falda con le strutture di fondazione previste in progetto.

## **5 DETERMINAZIONE DELLA GEOMETRIA E TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PREVISTE IN PROGETTO**

Sulla base di quanto riportato in precedenza si evidenzia che il progetto prevede la realizzazione di fondazioni dirette (su platee e travi di fondazione) e fondazioni indirette (su pali di fondazione); si tratta di due tipologie di fondazione caratterizzate da differente profondità di realizzo.

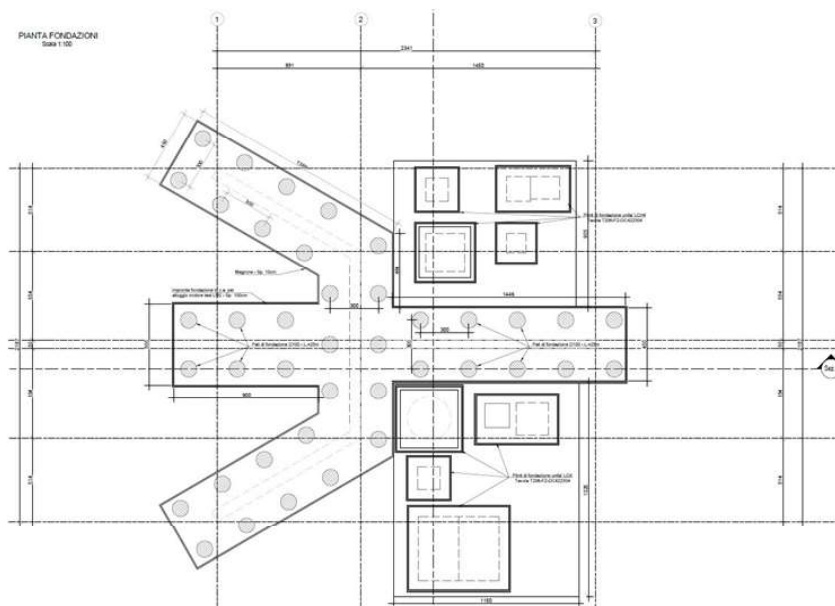
Di seguito si valutano le considerazioni rispetto alle due tipologie di fondazione con riferimento alla possibile interferenza delle stesse con la falda idrica subsuperficiale.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>8 / 28</b> Rev. <b>01</b>



N. rif.	Area funzionale	Fondazione diretta	Fondazione su pali
1	Area prova cella motore	X	X
2	Area liquido LCH4 System	X	-
3	Area liquido LOX System	X	-
4	Area Nitrogen System	X	-
5	Area Stoccaggio Elio	X	-
6	Area Hot oil bath	X	-
7	Torcia smaltimento metano	X	-
8	Centro di comando e Controllo CCC	X	X
9	Linee coibentate fuori terra	X	-
10	Strada di servizio	X	-

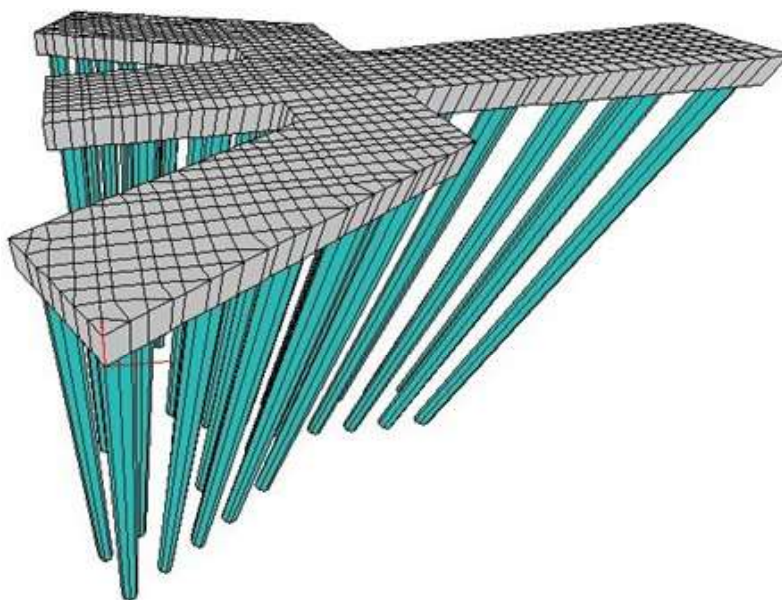
Le **fondazioni dirette** sono previste con plinti e piastre che raggiungono la profondità massima di circa 1.5 metri dal piano di campagna attuale.

Per ciò che riguarda le **fondazioni profonde** il progetto prevede la realizzazione di pali di fondazione con diametro pari a 1 metro e con profondità di sviluppo variabile, con un massimo previsto di 25 metri. Nelle figure seguenti si riporta la disposizione planimetrica dei pali e la sezione costruttiva relative all'Area prova Cella motore (1) dove è prevista una palificata con pali di diametro 1000 mm e lunghezza 25 m, in sommità ai quali verrà interposto un dado di fondazione di spessore 100 cm, idoneo a trasmettere le sollecitazioni agenti e fornire sufficiente rigidezza globale.







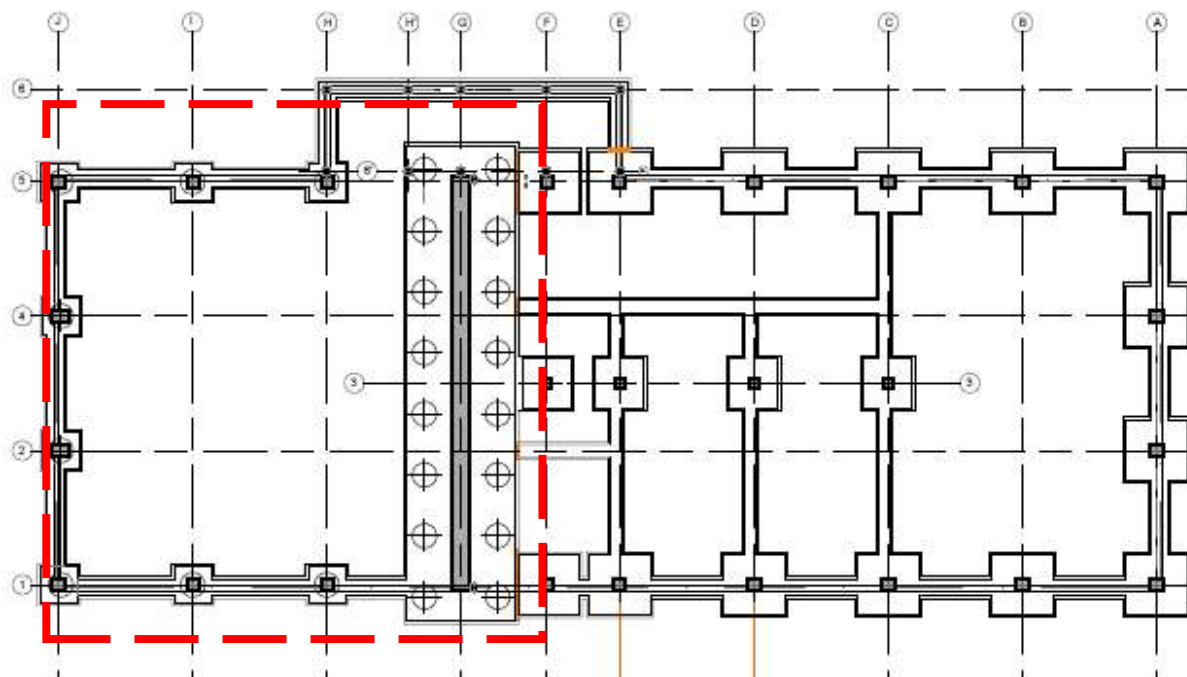
 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>9 / 28</b> Rev. <b>01</b>



Per ciò che riguarda la struttura del Centro di Comando e Controllo in progetto si prevede la realizzazione di una struttura di fondazione mista, con una porzione centrale su pali, come rappresentato nella figura sottostante (area tratteggiata rossa). La profondità dei pali è variabile, con un massimo di 22 metri.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>10 / 28</b> Rev. <b>01</b>

## KEY-PLAN



### 6 ANALISI DELLA TIPOLOGIA DI LAVORAZIONE PREVISTA PER LA REALIZZAZIONE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE SU PALI

#### A\_ TIPOLOGIA DI FONDAZIONI ADOTTATE IN PROGETTO



Il progetto prevede la realizzazione di strutture di fondazione dirette e profonde.

Nel presente paragrafo si analizzano le lavorazioni riferibili alle fondazioni profonde su pali, le più interessanti per la valutazione delle interferenze con la falda idrica sotterranea.

I pali previsti in progetto rientrano nella categoria dei “Pali di medio e grande diametro”. Nel Disciplinare Tecnico di progetto vengono identificate le specifiche relative alla tipologia dei **Pali trivellati ad elica continua (pali strutturali) e delle inclusioni in calcestruzzo (pali non strutturali)**.

A.1\_ I **pali trivellati ad elica continua** saranno realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo al fine di garantire la continuità del getto all'interno di un volume mantenuto costantemente pulito attraverso l'azione di espulsione dei residui di perforazione garantita dall'elica in risalita.

A.2\_ Le **inclusioni di calcestruzzo** sono pali non strutturali non armati con funzione di riduttori di

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>11 / 28</b> Rev. <b>01</b>

cedimento per rilevati e strutture a contatto con il terreno. Per metodologia esecutiva sono del tutto assimilabili ai pali trivellati ad elica continua descritti al punto precedente (A.1).



## **B\_MATERIALI UTILIZZATI**

Per la realizzazione dei pali strutturali il Disciplinare Tecnico prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

**B.1\_Armatura metalliche**, costituite da barre ad aderenza migliorata pre-assemblate fuori opera in "gabbie". Nel caso di pali eseguiti con tecnologia ad elica continua è ammessa la posa in opera a getto eseguito prima della presa del getto. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura;

**B.2\_Conglomerati cementizi**, con inerti, sabbia e cemento opportunamente dosati e miscelati in acqua. Il calcestruzzo usato per i pali CFA tipicamente contiene: una miscela di cemento Portland, ceneri volanti, acqua, aggregati e additivi. Sono spesso aggiunti degli additivi che permettono di ritardare l'indurimento del calcestruzzo, per mantenerne una maggiore lavorabilità. Si riportano i seguenti componenti del mix:

- **CEMENTO**\_Viene normalmente utilizzato il cemento di tipo I o di tipo I / II, cementi Portland con un dosaggio di circa 3,5÷4,5 kN/m³.
- **ADDITIVI POZZOLANICI**\_Gli additivi pozzolanici più comunemente usati sono le ceneri volanti; tuttavia, se finemente macinati, vengono usati anche il fumo di silice e le scorie d'altoforno. L'uso di additivi pozzolanici tende a ritardare il tempo di indurimento della pasta di cemento, aumentandone così la lavorabilità. Come conseguenza negativa dell'utilizzo degli additivi pozzolanici si riscontra un ritardo dello sviluppo della resistenza iniziale della miscela.
- **ACQUA**\_L'acqua usata per la miscelazione del calcestruzzo deve essere potabile (esente da contaminazione organica e materiale putrefatto) e dovrebbe avere bassi contenuti di cloruro solfato. Il rapporto acqua/cemento è di circa 0,45.
- **AGGREGATI**\_Tutti gli aggregati devono soddisfare particolari specifiche in base al tipo di calcestruzzo che si vuole ottenere; sono da preferirsi inerti arrotondati del diametro massimo di 15 mm. In generale non devono essere di origine silicea, ma solo di origine calcarea e devono seguire una granulometria ben diversificata che viene rappresentata dalla curva di FÜLLER. Inoltre, la ghiaia arrotondata è fortemente preferibile rispetto al pietrisco grazie ai benefici in termini di lavorabilità dell'impasto, di pompaggio e di posizionamento. Miscele di calcestruzzo richiedono elevata lavorabilità e quindi un maggior apporto di aggregato grosso per ridurre al minimo la tendenza alla separazione.
- **FLUIDIFICANTI**\_I fluidificanti migliorano la lavorabilità del calcestruzzo a pari valore del rapporto acqua/cemento Tali additivi inoltre, poiché determinano una diminuzione della tensione superficiale dell'acqua di impasto, consentono di ridurre il fabbisogno d'acqua

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>12 / 28</b> Rev. <b>01</b>

per la data consistenza desiderata. Pertanto senza modificare il dosaggio di cemento ne risulta un aumento della resistenza caratteristica a compressione e un miglioramento della durabilità. I fluidificanti erano di norma a base di ligninsolfonato ottenuto come residuo dell'estrazione della cellulosa dal legno.

- **RITARDANTI\_I** ritardanti di presa e di indurimento hanno la funzione di ridurre il grado di idratazione del cemento nelle prime ore, soprattutto in climi caldi quando le alte temperature ( $> 20^{\circ} \text{C}$ ) accelerano l'idratazione del cemento con perdita di lavorabilità. Sono costituiti prevalentemente da prodotti organici quali gluconato, glucosio, zuccheri. Tali prodotti non modificano sostanzialmente le prestazioni del calcestruzzo.
- **AERANTI\_Gli** aeranti modificano la tensione superficiale dell'acqua e favoriscono la formazione artificialmente nel getto di calcestruzzo di bolle d'aria a seguito dell'agitazione dell'impasto. La presenza di macropori nella matrice cementizia migliora la resistenza ai cicli di gelo e disgelo. In genere però determinano una leggera caduta della resistenza a compressione e un aumento delle deformazioni viscosi.



### **C\_TECNICA DI LAVORAZIONE**

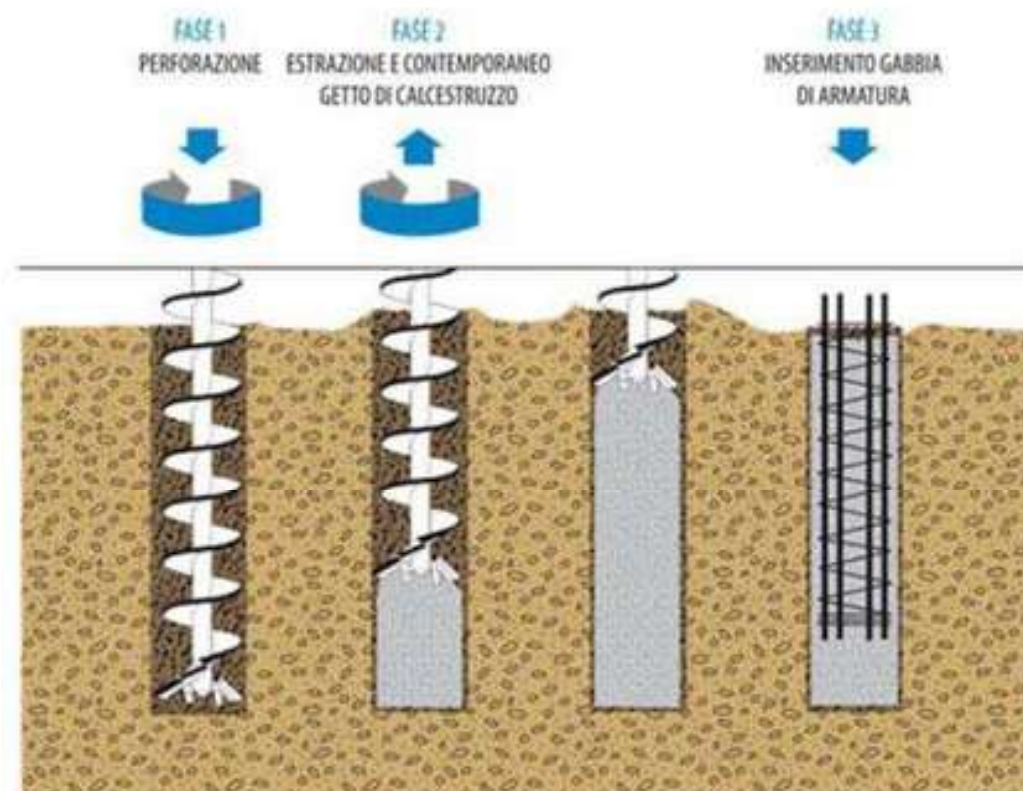
Per la realizzazione dei pali trivellati ad elica continua si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

Nella figura seguente si rappresenta lo schema operativo in cui si distinguono le diverse fasi operative per la realizzazione di un palo di fondazione con elica continua (sistema CFA).

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>13 / 28</b> Rev. <b>01</b>



La **perforazione** sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.


La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

La **posa in opera dell'armatura**, avverrà inserendo l'armatura entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

In alternativa la gabbia d'armatura potrà essere infissa a fresco nel getto del palo appena concluso per gravità o mediante vibroinfissione, nel caso suddetto l'infissione della gabbia d'armatura dovrà tassativamente avvenire prima della presa del getto.

Le operazioni di **getto del calcestruzzo** prevedono il suo pompaggio pneumatico entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La



	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>14 / 28</b> Rev. <b>01</b>

cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature o interruzioni del getto.



#### ***D\_ANALISI CRONOLOGICA DELLE LAVORAZIONI ED IDENTIFICAZIONE DELLE VARIAZIONI ED INTERFERENZE AMBIENTALI PRODOTTE***

Di seguito si procederà alla descrizione della cronologia delle operazioni necessarie per la realizzazione di un palo trivellato ad elica continua al fine di poter identificare le variazioni indotte sui luoghi e sulle componenti ambientali. Quest'ultima analisi è limitata alle considerazioni riferite all'incidenza delle lavorazioni sulla componente ambientale rappresentata dalle acque di falda.

Nella tabella seguente si schematizzano le "azioni" (prodotte nelle fasi di lavorazione) e le conseguenti "reazioni" (analizzate come possibili interferenze sulla falda idrica) derivanti dalle lavorazioni previste per la realizzazione del palo di fondazione.

Fase di lavorazione	Interferenza sulla falda
Accantieramento dei mezzi e posizionamento sulla verticale di perforazione	<b>Diretta</b> _Nessuna interferenza diretta sulla falda.  <b>Indiretta</b> _Indirettamente sono possibili interferenze meccaniche, legate ad una diminuzione della permeabilità superficiale a seguito della compattazione dei primi livelli del suolo esercitata dalla movimentazione dei pesanti mezzi di cantiere, e chimiche, legate alle possibili perdite di olio presente nei circuiti idraulici dei macchinari
Perforazione per la formazione del cavo del palo	<b>Diretta</b> _Nessuna al di sopra della falda. Al di sotto della falda la perforazione andrà ad interessare terreni saturi e di conseguenza con l'avanzamento della perforazione di produrrà detrito costituito da miscela di terre e acqua di falda. L'approfondimento della strumentazione di perforazione comporterà variazioni fisico-chimiche all'interno della zona di saturazione (accompagnata da aumento di torbidità delle acque durante la lavorazione). Le indagini eseguite non hanno rilevato evidenze di esistenza di falde sovrapposte e, pertanto, l'avanzamento della perforazione non potrà determinare variazioni di rilievo rispetto all'equilibrio esistente. Nel caso in cui la perforazione dovesse intercettare localmente più falde sovrapposte all'interno del corpo alluvionale si dovranno adottare tutte le tecniche necessarie atte a impedirne la miscelazione  <b>Indiretta</b> _Aumento della permeabilità e della conducibilità idraulica lungo l'intera profondità di sviluppo del palo
Posa in opera di getto e di armatura del palo	<b>Diretta</b> _Consiste nell'immissione nel terreno di materiali differenti da quelli naturalmente a contatto con le acque di falda. Il getto di calcestruzzo dovrà essere distribuito uniformemente attorno all'armatura metallica (per questo la gabbia è dotata di centratori) al fine di evitare fenomeni di ossidazione del ferro determinati dal contatto diretto con le acque di falda. Le operazioni di getto del





 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>15 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

	<p>calcestruzzo e di posa in opera dell'armatura dovranno essere eseguite previo isolamento temporaneo del foro dalle acque di falda attraverso l'uso di tubazioni di rivestimento provvisorie</p> <p><b>Indiretta</b> Possibile interferenza indiretta nel lungo termine fra le acque e l'armatura metallica interna del palo a seguito del decadimento delle proprietà del calcestruzzo immerso. Inoltre la formazione della palificata, nel suo insieme, determinerà localmente nell'intorno della palificata una duplice variazione della permeabilità nel sottosuolo: <i>in aumento</i>, in corrispondenza delle areole nell'intorno del palo derivanti dalla destrutturazione e frammentazione dei terreni durante i lavori di perforazione e <i>in diminuzione</i>, in corrispondenza del fusto del palo per la sostituzione di un materiale permeabile con un materiale impermeabile quale quello costituito dal calcestruzzo che forma il palo</p>
--	---

#### ***E\_VANTAGGI ATTESI DALLA METODOLOGIA CFA ADOTTATA IN PROGETTO***

I vantaggi attesi dall'utilizzo della metodologia considerata possono essere così riassunti:

- Assenza di decompressione: nei pali CFA il terreno, a differenza di altri tipi di pali trivellati, normalmente non viene asportato durante la fase di perforazione, ma addirittura viene addensato per l'introduzione dell'elica. Inoltre, durante la fase di getto, esso viene pressato dal calcestruzzo. Così il parziale costipamento operato dall'elica (si verifica infatti che il materiale di risulta della trivellazione risulta pari a circa il 50% del volume teorico) realizza un miglioramento delle caratteristiche geo-meccaniche con conseguente incremento dei valori di portanza (capacità massima di carico) del palo.
- Penetrabilità: i pali CFA sono adatti, in genere, in qualsiasi tipo di terreno; il metodo si rivela efficiente anche per l'attraversamento di livelli cementati grazie all'aggressività dell'elica nella sua punta (dove è presente una testa dentata).
- Silenziosità e assenza di vibrazioni: l'elica penetra nel terreno gradualmente senza provocare alcuna vibrazione ed alcun rumore così da permettere l'uso dei pali CFA anche nei centri abitati e in adiacenza ad altre strutture. Tale metodologia potrà essere utilizzata quindi positivamente nel cantiere in esame in considerazione degli spazi disponibili e della logistica favorevole.
- Rapidità ed economicità: la sequenza esecutiva garantisce una produzione giornaliera molto elevata in quanto l'operazione di perforazione e getto del calcestruzzo è unica; mentre nel sistema tradizionale è necessario ricorrere ad una seconda attrezzatura (e quindi ad una seconda fase) che subentra alla trivella per il getto del calcestruzzo. Questo rende i pali CFA economicamente vantaggiosi.
- Caratteristiche tecniche: nei pali CFA viene normalmente impiegato un calcestruzzo di consistenza fluida, eventualmente vengono aggiunti anche degli additivi per ottenere l'opportuna lavorabilità. L'installazione è eseguita in terreni di qualsiasi natura, di scarsa o media resistenza, indifferentemente in presenza o assenza d'acqua di falda. Possono essere realizzati anche in terreni instabili senza uso di tubi di rivestimento giacché il metodo non

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>16 / 28</b> Rev. <b>01</b>

implica alcuna situazione di “scavo aperto”. Si evidenzia come, in particolare nel caso di terreni sciolti e tendenti al franamento, in misura maggiore se c'è anche presenza di acqua, a differenza dei normali pali trivellati si elimina il problema dell'utilizzo della camicia di rivestimento e/o della bentonite (con tutte le difficoltà inerenti il suo smaltimento).

## 7 ANALISI DELL'INTERFERENZA DELLE LAVORAZIONI PREVISTE IN PROGETTO CON LA FALDA IDRICA SOTTERRANEA

Le considerazioni riportate nei paragrafi precedenti hanno permesso di definire il contesto ambientale ed operativo che caratterizzerà l'esecuzione dei lavori. In particolare le verifiche eseguite sono state rivolte all'analisi dell'interazione fra la falda idrica sotterranea e le lavorazioni necessarie per la realizzazione delle fondazioni previste in progetto.

A tale scopo si è proceduto con una ricostruzione dello stato dei luoghi mediante la definizione del contesto stratigrafico ed idrogeologico del settore d'intervento.

Come riportato dalle relazioni specialistiche di progetto nell'area è presente una falda idrica sub superficiale caratterizzata da un livello piezometrico fortemente oscillante fino a raggiungere la profondità minima dal piano di calpestio pari a 1.25 metri (sondaggio SL6).

Nell'arco temporale di esecuzione delle misure (Settembre 2018 – Gennaio 2019) la massima escursione del livello è stata registrata nel piezometro SL8, con valore di risalita del livello superiore a 8 metri.

La falda è caratterizzata da una direzione di flusso orientativamente NE-O e il gradiente idraulico è variabile da un minimo del 1,70 a un massimo del 6,01%.

Rispetto a tale contesto ambientale sono state analizzate le strutture di fondazione al fine di verificarne le interazioni e le possibili interferenze legate alle diverse lavorazioni previste in progetto.



Considerati i valori modesti della soggiacenza minima misurata, prossimi a 1 metro dal piano campagna, si dovrà considerare la probabilità elevata di interazione diretta fra le fondazioni dirette e profonde su pali con la superficie piezometrica della falda sotterranea.

### 7.1 Interferenza delle fondazioni dirette con la falda\_Analisi delle criticità e soluzioni proposte.

Relativamente a tale analisi, sulla base dei rilievi eseguiti nelle stazioni di monitoraggio disponibili (piezometri SL6÷SL8) nell'arco di 5 mesi consecutivi è stata rilevata l'esistenza di una falda idrica subsuperficiale con soggiacenza minima pari a -1.25 metri dal piano di campagna (piezometro SL6).

Pertanto, gli scavi necessari per la formazione del piano di fondazione delle strutture, andranno ad intercettare tale falda, considerando anche la necessità di procedere ad una regolarizzazione del terreno ed alla asportazione del livello vegetale superficiale.

Dal punto di vista della gestione dei volumi d'acqua intercettati dagli scavi si evidenzia la

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>17 / 28</b> Rev. <b>01</b>

necessità di prevedere una canalizzazione che consenta di convogliare le acque intercettate verso il settore topograficamente più depresso ove sarà realizzato un sistema di trattamento delle acque convogliate capace di poter ottenere la qualità prevista dalla normativa relativamente alle acque di scarico o di quelle destinate a operazioni di smaltimento/trattamento.

Nel caso si voglia procedere allo scarico sul suolo delle acque preventivamente trattate per tale scopo si dovranno ottenere preventivamente le autorizzazioni previste dalla normativa vigente da parte degli enti preposti.

Per la valutazione della qualità di tali acque si evidenzia che la presenza di dati analitici ricavati dalle analisi eseguite sui campioni prelevati dai piezometri in condizioni ante operam costituirà il valore di “zero” rispetto al quale poter confrontare i nuovi dati ottenuti in corso d’opera e in condizioni post operam.

Le criticità più considerevoli potrebbero aver origine dalla contaminazione delle acque subsuperficiali e dei terreni oggetto di sbancamento operata dall’interazione con le macchine operatrici, i materiali e le altre attività del cantiere.

Al fine di prevenire tali criticità sarà necessario mantenere nel cantiere condizioni di massima pulizia e operare con macchinari privi di perdite di grasso e olii lubrificanti.



Considerata la criticità si prevede un monitoraggio delle acque intercettate in cantiere dapprima con cadenza settimanale (per il primo mese di lavoro) e, successivamente, in assenza di indicatori di inquinamento o di importanti variazioni delle proprietà fisico-chimiche rispetto ai valori di “zero” la cadenza delle analisi sarà mensile per tutta la durata dei lavori.

## **7.2 Interferenza delle fondazioni profonde con la falda - Analisi delle criticità e soluzioni proposte.**

Relativamente alle fondazioni profonde su pali, realizzate solo in alcune delle aree funzionali in cui è stato suddiviso l’impianto, considerata la massima profondità prevista, pari a circa 25 metri, si avrà una sicura interazione ed interferenza rispetto all’assetto ambientale definito.

Considerata la metodologia di realizzazione del palo, prevista con il metodo esecutivo di palo trivellato con elica continua (CFA), dopo aver esaminato nel dettaglio i materiali impiegati, lo svolgimento delle operazioni di cantiere, i vantaggi delle tecnologie adottate, si possono evidenziare le seguenti considerazioni conclusive:

- la tecnologia di esecuzione prescelta prevede la minima movimentazione possibile di volume di terreno per la formazione del cavo in cui si andrà ad alloggiare il palo di fondazione. Ciò è determinato dalla perforazione ad elica che avviene “contro terra” impedendo così il rifluimento di materiale solido o fangoso dalle pareti del foro verso l’interno;
- la perforazione avviene in assenza di immissione di fluidi di perforazione e di fanghi bentonitici la cui presenza, prevista per altre tipologie di pali, determina importanti modifiche nel terreno attraversato. Tali modifiche sono di natura fisico-chimica

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>18 / 28</b> Rev. <b>01</b>



determinate dalla formazione di pannello impermeabilizzati di miscele bentonitiche che vengono utilizzate per la formazione di un fluido di perforazione più denso e viscoso della sola acqua. La totale assenza di bentonite ha effetti ambientali di notevole importanza anche dal punto di vista di gestione delle terre e rocce da scavo non riutilizzabili in cantiere;

- la perforazione può essere eseguita che in presenza di falda in considerazione che l'avanzamento è garantito dalla controspinta esercitata dalla presenza del materiale perforato entro il foro. Solo in fase di completamento del palo tale materiale naturale è sostituito dal calcestruzzo che rappresenta l'unico materiale con cui andranno ad interagire le acque di falda.

Considerata la consistenza dei terreni ed il grado di addensamento ottenuto attraverso le prove eseguite in sito si ritiene che il getto di calcestruzzo per la formazione del palo non produrrà importanti variazioni rispetto allo stato di equilibrio esistente. Il getto di calcestruzzo risulterà immediatamente confinato dal terreno addensato circostante il palo. Solo laddove la falda dovesse dimostrarsi fortemente dilavante, per portate molto elevate, sarà necessario prevedere l'utilizzo della tubazione di manovra atta a garantire la formazione di un palo integro e ad evitare il possibile dilavamento del calcestruzzo da parte delle acque di falda.

Inoltre, considerando l'assenza di falde sovrapposte o di falde in pressione la perforazione non comporterà modifiche nell'assetto idrogeologico esistente.

Anche in questo caso le operazioni di perforazione dovranno essere eseguite utilizzando attrezzature prive di perdite di olii e grassi lubrificanti. Laddove dovessero necessitare tali lubrificanti per evitare il grippaggio delle attrezzature si dovranno utilizzare lubrificanti ecologici biodegradabili.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>	<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC	Pag. <b>19 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

## 8 MONITORAGGIO DELLA FALDA IN CORSO D'OPERA<sup>1</sup>\_PRESCRIZIONI OPERATIVE.

### 8.1 Contenuti del piano di monitoraggio (PDM)



Il Piano di Monitoraggio (PDM), redatto ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., in attuazione all'art.28, ha come finalità principale la descrizione delle *“misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente nonché le attività di autocontrollo e di controllo programmato che richiedono l'intervento dell'ente responsabile degli accertamenti”*.

#### <sup>1</sup> Normativa di riferimento europea:

- Direttiva 2014/52/UE “che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati”.
- Direttiva 92/43/CEE (Habitat) “relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”.
- Direttiva 2009/147/CE “concernente la conservazione degli uccelli selvatici”, che sostituisce la Dir 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).
- Direttiva 2000/60/CE “che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque” (Direttiva Acque – Water Framework Directive).
- Direttiva 2006/118/CE “sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”.
- Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 “relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni” (Direttiva Quadro Alluvioni).
- Direttiva 2013/39/UE “che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque”.
- SENTENZA DELLA CORTE (Grande Sezione) 1° luglio 2015 - ECLI:EU:C:2015:433 - Rinvio pregiudiziale – Ambiente – Politica dell'Unione europea nel settore dell'acqua – Direttiva 2000/60/CE – Articolo 4, paragrafo 1 – Obiettivi ambientali relativi alle acque superficiali – Deterioramento dello stato di un corpo idrico superficiale – Progetto di riassetto di una via navigabile – Obbligo degli Stati membri di non autorizzare un progetto che produca un deterioramento dello stato di *un corpo idrico superficiale* – Criteri determinanti per valutare l'esistenza di un deterioramento dello stato di un corpo idrico.
- Direttiva 2014/80/UE “che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”.

#### Normativa di riferimento nazionale:

- D.Lgs.152/06 e s.m.i. - Norme in materia ambientale.
- D.M.16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni”.
- D.M.14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs.152/06, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del D.Lgs.medesimo”.
- D.Lgs.16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”.
- D.M.08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.Lgs.10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- D.Lgs.13/10/2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- D.M. 06/07/2016 MATTM Recepimento della Direttiva 2014/80/UE della commissione del 20/06/2014 che modifica l'allegato II della Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>20 / 28</b> Rev. <b>01</b>

Il monitoraggio è stato predisposto al fine di valutare l'evoluzione, in miglioramento e/o in peggioramento, dei parametri ambientali a seguito dell'esecuzione delle attività in progetto.

Il monitoraggio interesserà l'area in esame, estesa ad un intorno significativo per le valutazioni da effettuare, nelle fasi: ante-operam, nel corso dei lavori e post-operam.

La presente proposta di Piano di Monitoraggio viene redatta in conformità ai dettami del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., in attuazione all'art.28, e ha come finalità principale la descrizione delle *“misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente nonché le attività di autocontrollo e di controllo programmato che richiedono l'intervento dell'ente responsabile degli accertamenti”*.

Le attività di monitoraggio si esplicheranno attraverso un insieme di rilievi e misure, eseguite con cadenza periodica e/o continua, dei parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le sorgenti di contaminazione/inquinamento e/o le componenti ambientali impattate dall'intervento.

Gli obiettivi del monitoraggio possono essere così riepilogati:

- *valutazione dell'evoluzione della situazione ambientale, correlando gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam;*
- *individuazione di eventuali impatti negativi non previsti ed adozione di opportune misure correttive.*

Il monitoraggio delle componenti ambientali sarà suddiviso in tre distinte fasi temporali:



1. monitoraggio ante-operam: si conclude prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori e ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia delle componenti ambientali da investigare prima della realizzazione delle opere di cantierizzazione attraverso l'esecuzione di test;
2. monitoraggio in corso d'opera: per la fase di cantiere riguarda il periodo di esecuzione delle opere e delle installazioni elettrostrumentali mentre per la fase di esercizio è relativo al periodo di esecuzione dei test LRE;
3. monitoraggio post-operam: per la fase di cantiere è relativo al periodo successivo la chiusura dei lavori, mentre per la fase di esercizio è il periodo successivo al termine della prova (LRE) e la fase di pre-esercizio ed esercizio dell'impianto CC (nel caso specifico, si prevede una durata temporale pari ad un anno).

## 8.2 Ubicazione dei punti di monitoraggio delle acque superficiali

Relativamente al monitoraggio delle acque superficiali si veda quanto riportato estesamente nell'elaborato di progetto AVIO-PMA-RT-601202.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti che a seguito dei fenomeni di combustione durante i test LRE e a seguito del normale esercizio dell'impianto CCC potrebbero depositarsi nei vicini corsi d'acqua con alterazione dello stato qualitativo creando alterazione



 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>21 / 28</b> Rev. <b>01</b>

delle acque e danni alla vegetazione e alla fauna locale.

I criteri per la selezione dei parametri da monitorare sono i parametri di scarico riportati nella Tabella 3 o Tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III D.Lgs 152/2006.

Il primo punto di monitoraggio (ST-B) delle acque superficiali è scelto in corrispondenza del Riu e Cea, su cui si riversa il fiume 32367 su cui è effettuato lo scarico. Il corso d'acqua è stato scelto anche in vista del vincolo di tutela del d. lgs 42/2004; il secondo punto, richiesto da ARPAS, nella posizione ST-C.

La campagna di bianco dovrà essere effettuata prima dell'installazione delle attività di cantiere. Il monitoraggio prevede un campionamento di acque superficiali da effettuarsi nel periodo antecedente la fase di cantierizzazione. Il prelievo dovrà essere effettuato nel periodo di piena del corso d'acqua ovvero durante la stagione invernale/primaverile.

### 8.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee

Per le acque sotterranee, queste saranno campionate, quando presenti, sia nella fase ante operam che in quella in corso e post operam nei piezometri realizzati in fase di indagine geognostica; saranno analizzati i parametri previsti dal D. Lgs. 152/06 e pertinenti alle attività di progetto.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è già stata definita in sede di valutazioni progettuali e nell'area sono presenti n°3 stazioni di monitoraggio costituite dai piezometri SL6, SL7 e SL8, che sono già stati interessati da attività di prelievo campioni ed analisi chimico-fisiche.



### 8.4 Attività di campionamento delle acque sotterranee in fase di monitoraggio

In considerazione del contesto ambientale prima definito, avendo constatato la presenza all'interno dell'area di sviluppo del futuro impianto di una estesa falda subsuperficiale caratterizzata da una soggiacenza minima di 1.25 metri dal piano di campagna sarà necessario accompagnare le attività di cantiere da un monitoraggio frequente della matrice ambientale delle acque sotterranee.

Prima di ogni operazione finalizzata alla raccolta del campione di acque sotterranee si effettuerà - ove possibile - la misura della soggiacenza della falda che, riferita alla quota di riferimento del punto di misura (laddove non coincidente con il piano campagna), fornirà il livello piezometrico della falda. Per la misura dei livelli piezometrici è necessario una precisione al centimetro.

In funzione della misura di soggiacenza si dovrà stabilire la profondità di immersione della pompa e per quanto possibile mantenerla invariata nelle diverse campagne di monitoraggio. Tale informazione andrà comunicata nell'ambito della restituzione dei dati.

Nel caso di piezometri o pozzi non in funzione prima del prelievo deve essere eseguito lo spurgo per un tempo necessario fino ad ottenimento di acqua chiara. Lo spurgo è finalizzato a rimuovere l'acqua presente all'interno della colonna e nel dreno, che solitamente non è rappresentativa dell'acquifero che si intende investigare.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>22 / 28</b> Rev. <b>01</b>

Le operazioni di spurgo devono continuare fino al conseguimento di almeno una delle seguenti condizioni:

- eliminazione di 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio);
- ottenimento d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH ( $\pm 0,1$ ), temperatura, conducibilità elettrica ( $\pm 3\%$ ), potenziale redox ( $\pm 10\text{mV}$ ) (se possibile con la strumentazione disponibile) ed ossigeno disciolto ( $\pm 0,3\text{ mg/l}$ ) misurati in continuo durante lo spurgo;
- sia trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.



Nei casi in cui si renda necessario un campionamento a basso flusso, lo spurgo e il campionamento vero e proprio devono essere effettuati con pompe a bassa portata (da 0,5 l/min per acquiferi a granulometria fine e fino a 1 l/min per acquiferi a granulometria grossolana) al fine di evitare elevati livelli di torbidità nel campione prelevato che possono determinare la perdita di sostanze volatili e una sovrastima delle concentrazioni di alcuni composti (es. metalli).

La misura dei livelli di falda dovrà essere eseguita tramite il classico freatimetro o altra strumentazione in grado di assicurare analoga accuratezza nella misura, in modalità manuale o mediante acquisizioni in continuo se il pozzo/piezometro è attrezzato con sonde automatiche per la misurazione del livello di falda. Particolare attenzione va posta al riferimento del punto di misura, punto univoco a cui riferire la misura di profondità della falda, espresso in m. s.l.m come quota del punto di misura. A tal proposito dovranno essere eseguiti rilievi ogniqualvolta si ritengono siano intervenute cause esterne per cui tale quota possa essere.

Infine, sia per il monitoraggio qualitativo che quantitativo è auspicabile in tutte le fasi di realizzazione dell'opera in caso di precipitazioni significative, annotare tale evenienza su verbali di campionamento e rapporti intermedi.

Sul campione prelevato con le modalità sopra indicate verranno effettuate determinazioni in due fasi:

- fase di campo che prevede l'uso di sonde multiparametriche per rilevare in situ i principali parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto);
- fase di laboratorio per l'esecuzione delle analisi chimico fisiche dei campioni di acque sotterranee prelevati. Sul campione destinato all'attività di laboratorio andrà effettuato il pretrattamento dei campioni (filtrazione ed eventuale acidificazione) conformemente a quanto previsto dalle procedure generali di ARPA.

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>23 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

PARAMETRO	MATRICE	OPERAZIONI DA EFFETTUARE
Metalli Disciolti escluso Cr VI	Acque sotterranee	Filtrazione su filtri da 0,45 µm ed acidificazione con HNO <sub>3</sub>
	Acque superficiali corsi d'acqua	Filtrazione su filtri da 0,45 µm ed acidificazione con HNO <sub>3</sub>
	Acque superficiali laghi	Filtrazione su filtri da 0,45 µm ed acidificazione con HNO <sub>3</sub>
Cromo VI	Acque sotterranee	Filtrazione su filtri da 0,45 µm;
	Acque superficiali corsi d'acqua	Filtrazione su filtri da 0,45 µm;
	Acque superficiali laghi	Filtrazione su filtri da 0,45 µm;

Le analisi chimiche devono essere svolte presso laboratori accreditati, per almeno metà dei parametri ricercati, ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

## 9 INDICAZIONI DELLE ATTIVITÀ CONNESSE CON LA TUTELA E LA SALVAGUARDIA DELLE RISORSE IDRICHE E DEL SUOLO

Si evidenziano, infine, le prescrizioni operative relative alle attività di cantiere che sono collegate direttamente o indirettamente con la tutela e la salvaguardia delle risorse idriche (acque superficiali e sotterranee) e del suolo.



Il rispetto delle indicazioni e procedure di seguito riportate genererà un ciclo virtuoso nelle attività del cantiere, intese in senso lato, capace di produrre un primo presidio insostituibile per la salvaguardia delle acque di falda e delle risorse ambiente più in generale.

La tutela della risorsa idrica e del suolo, infatti, è strettamente correlata alla gestione delle acque che circolano all'interno del cantiere ed a quelle che si producono con le lavorazioni, nonché alla gestione dei rifiuti e di particolari impianti e lavorazioni che possono interferire con il suolo, le acque superficiali e le profonde.

### 9.1 Gestione acque meteoriche dilavanti (AMD)

In cantiere dovranno seguire le seguenti prescrizioni:

- nelle aree pavimentate sarà necessario predisporre sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate, per evitare il ristagno delle stesse;
- realizzare un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle AMD dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori, compatibilmente con lo stato dei luoghi;
- limitare le operazioni di rimozione della copertura vegetale e del suolo allo stretto necessario, avendo cura di contenerne la durata per il minor tempo possibile in relazione alle necessità di svolgimento dei lavori;

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>	<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC	Pag. <b>24 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

- in caso di versamenti accidentali, circoscrivere e raccogliere il materiale ed effettuare la comunicazione previste dalla normativa vigente in materia.

## 9.2 Gestione acque di lavorazione

le varie tipologie di acque di lavorazione, come ad esempio quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lavar ruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature, come da altre particolari tipologie di lavorazione svolte all'interno del cantiere, ad esempio le acque derivanti dalla lavorazione dei pali, saranno gestite come rifiuti sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006.

## 9.3 Modalità operative di cantiere

I **rifornimenti di carburante e di lubrificante** ai mezzi meccanici dovranno essere effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili dovrà essere garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. È necessario controllare la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. È necessario controllare giornalmente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi. In caso di stoccaggio dei carburanti si dovrà prevedere la realizzazione di apposita vasca a tenuta con capacità superiore a quella del carburante stoccato. Particolare attenzione dovrà essere posta a tutte le lavorazioni che riguardano **perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità delle falde idriche sotterranee**, che dovranno avvenire a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi.

È importante porre attenzione alle caratteristiche degli **oli disarmanti**, se impiegati nella costruzione, allo scopo di scegliere preferibilmente prodotti biodegradabili e atossici.



## 9.4 Approvvigionamento idrico di cantiere

Con la definizione di un **dettagliato bilancio idrico dell'attività di cantiere**, l'Impresa dovrà gestire ed ottimizzare l'impiego della risorsa, eliminando o riducendo al minimo l'approvvigionamento dall'acquedotto e massimizzando, ove possibile, il riutilizzo delle acque impiegate nelle operazioni di cantiere.

## 9.5 Trattamenti a calce



Nel caso di utilizzo di calce viva per il trattamento di **miglioramento delle caratteristiche geotecniche** del materiale da stabilizzare, devono essere seguiti almeno i seguenti accorgimenti:

- al fine di scongiurare dispersione di calce in atmosfera, prevedere la simultaneità delle operazioni di spandimento della calce e successiva miscelazione con il materiale,

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>	<b>AVIO-IF-RT-601201</b>	
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC	Pag. <b>25 / 28</b>	Rev. <b>01</b>

evitando di superare i 15 minuti di latenza;

- in giornate particolarmente ventose non intraprendere le attività di uso della calce, particolarmente in aree sensibili: distanza inferiore a 100 m da edifici residenziali; centri industriali con presenza permanente di persone; strade di media e grande importanza; zone di orti, giardini e frutteti nei periodi di fioritura; zone di pascolo con presenza di mandrie; zone di parcheggi o, più in generale, zone con manufatti sensibili agli attacchi di sostanze alcaline;
- in caso di repentino aumento della velocità del vento a lavorazioni avviate, limitatamente alle operazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, procedere all'immediata miscelazione rapida tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato, al fine di evitare eventuale spolvero;
- riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura (prima, seconda e terza fresatura), solo al ripristino di condizioni di vento ordinarie;
- non eseguire l'attività di stesa della calce in caso di pioggia intensa, al fine di evitare fenomeni di dilavamento del materiale;
- una volta iniziate le lavorazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, in caso di pioggia improvvisa e intensa sospendere immediatamente i lavori di stesa, procedere alla rapida miscelazione tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato non ancora miscelato, oltreché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, al fine di garantire l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni. Riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura, solo alla cessazione dei fenomeni di pioggia intensa;
- nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa e intensa durante la seconda e terza fresatura procedere alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il rilevato precedentemente miscelato;
- quale ulteriore misura di abbattimento del potenziale rischio connesso al dilavamento delle scarpate, al termine della prima fresatura procedere a rimuovere eventuali accumuli laterali detti "riccioli" (quantitativi di calce non legata e quindi oggetto di potenziale dilavamento in caso di pioggia intensa) tramite escavatore, portandoli al centro del rilevato e lavorandoli nuovamente;
- oltre all'indicazione precedente, al termine di ogni giornata lavorativa effettuare una nebulizzazione con acqua della parte di rilevato lavorato durante la giornata, allo scopo di fissare l'eventuale calce non reagita col materiale;
- registrare le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse condizioni meteorologiche in opportuna documentazione di cantiere;

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>26 / 28</b> Rev. <b>01</b>

- nel caso l'attività debba essere svolta in prossimità di recettori (posti a distanze inferiori a 50 m), posizionare ed attivare nebulizzatori di acqua e/o barriere di protezione dei recettori stessi.

Per la **valutazione della ventosità**, al fine di modulare le misure di mitigazione, si suggerisce di scegliere una delle seguenti modalità:

- dotare il cantiere di opportuna strumentazione anemometrica con registrazione automatica dell'intensità del vento, posizionata in maniera tale da evitare la copertura di edifici ed altri ostacoli al flusso del vento;
- fare riferimento a misure anemometriche effettuate da stazioni meteorologiche pubbliche o private, se rappresentative per il sito in oggetto;
- consultare il bollettino di allerta meteorologico emesso dagli Enti preposti che ricomprende le aree in cui devono essere svolte le lavorazioni, per definire una procedura di modulazione delle misure di mitigazione nei giorni in cui il bollettino preveda un "rischio vento".



Si segnala infine che per la geostabilizzazione sono disponibili sul mercato **prodotti alternativi** alla calce viva, che presentano minori problematiche di formazione di polveri. Nel caso vengano scelti prodotti alternativi, dovrà essere compiuta una verifica dell'impatto sulle acque superficiali e sotterranee e sul suolo nonché previste a tal fine idonee procedure gestionali. L'impiego di prodotti (certificati) a ridotta polverosità e/o minore pericolosità della calce viva può comportare minori obblighi relativamente ai precedenti accorgimenti.

## 9.6 Depositi e gestione dei materiali

Per le materie prime, le varie sostanze utilizzate, i rifiuti ed i materiali di recupero è opportuno attuare **modalità di stoccaggio e di gestione** che garantiscano la separazione netta fra i vari cumuli o depositi. Ciò contribuisce ad evitare sprechi, spandimenti e perdite incontrollate dei suddetti materiali in un'ottica di adeguata conservazione delle risorse e di rispetto per l'ambiente. In particolare è opportuno:

- depositare sabbie, ghiaie, cemento e altri inerti da costruzione in modo da evitare spandimenti nei terreni non oggetto di costruzione e nelle eventuali fossette facenti parte del reticolo di allontanamento delle acque meteoriche;
- stoccare prodotti chimici, colle, vernici, pitture di vario tipo, oli disarmanti ecc. in condizioni di sicurezza, evitando un loro deposito sui piazzali a cielo aperto; è necessario che in cantiere siano presenti le schede di sicurezza di tali materiali;
- separare nettamente i materiali e le strutture recuperate, destinati alla riutilizzazione all'interno dello stesso cantiere, dai rifiuti da allontanare.



 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>27 / 28</b> Rev. <b>01</b>

Per la **movimentazione dei mezzi di trasporto**, l'Impresa è tenuta ad utilizzare esclusivamente la rete della viabilità di cantiere indicata nel progetto fatta eccezione, qualora indispensabile, l'utilizzo della viabilità ordinaria previa autorizzazione da parte delle amministrazioni locali competenti da richiedersi a cura e spesa dell'Impresa. Si raccomanda in ogni modo di minimizzare l'uso della viabilità pubblica.

### 9.7 Rifiuti del cantiere

È necessario individuare le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere e la relativa **area di deposito temporaneo**. All'interno di dette aree i rifiuti dovranno essere depositati in maniera separata per codice CER e stoccati secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali (in aree di stoccaggio o depositi preferibilmente al coperto con idonee volumetrie e avvio periodico a smaltimento/recupero).

Dovranno pertanto essere predisposti **contenitori idonei**, per funzionalità e capacità, destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti individuati e comunque di cartoni, plastiche, metalli, vetri, inerti, organico e rifiuto indifferenziato, mettendo in atto accorgimenti atti ad evitarne la dispersione eolica. I diversi materiali dovranno essere identificati da opportuna cartellonistica ed etichettati come da normativa in caso di rifiuti contenenti sostanze pericolose.

Si ricorda che costituiscono rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione: come tali devono essere trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006, lasciando possibilmente come residuale questa ultima operazione.

Le **acque meteoriche di dilavamento dei rifiuti** costituiscono acque di lavorazione e come tale devono essere trattate.



Al fine della **corretta gestione dei rifiuti** le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno dei cantieri devono essere messe a conoscenza, formalmente, di tali modalità di gestione.

### 9.8 Ripristino delle aree utilizzate come cantiere e campi base

Il ripristino dovrà avvenire tramite:

- verifica preliminare dello stato di eventuale contaminazione del suolo e successivo risanamento dei luoghi;
- ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
- ricostituzione del reticolo idrografico minore allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche;
- eventuale ripristino della vegetazione tipica del luogo.

Durante la dismissione del cantiere e dei campi base (compresi la manutenzione della viabilità

 	<b>Relazione di gestione interferenze fase di cantiere-falda</b>		<b>AVIO-IF-RT-601201</b>
	AVIO S.p.A. Progetto di coinsediamento banco prova LRE e impianto CC		Pag. <b>28 / 28</b> Rev. <b>01</b>

esistente e la dismissione di strade di servizio) ai fini del ripristino ambientale, dovrà essere rimossa completamente qualsiasi opera, terreno o pavimentazione bituminosa (unitamente al suo sottofondo) utilizzata per l'installazione (a meno di previsioni diverse del progetto). La gestione di tali materiali dovrà avvenire secondo normativa; al proposito si ricorda l'importanza di perseguire se possibile la logica di massimizzarne il riutilizzo.

### 9.9 Addestramento delle maestranze

La formazione degli operatori è un elemento indispensabile per la buona gestione del cantiere. Tutti gli operatori dovranno pertanto essere edotti preventivamente in merito alle buone pratiche non solo ai fini della sicurezza personale, ma anche ai fini della protezione ambientale. L'addestramento dovrà essere programmato e dovrà prevedere nello specifico l'approfondimento delle varie problematiche su esposte.