

PROTOCOLLO OPERATIVO PER LA REALIZZAZIONE DI SONDE GEOTERMICHE A CIRCUITO CHIUSO

1. PREMESSE E PRINCIPI FONDAMENTALI

Il presente protocollo definisce le procedure e gli standard esecutivi minimi necessari per la realizzazione di Sonde Geotermiche Verticali (SGVCC) e di Sonde Geotermiche Orizzontali (SGOCC) secondo specifiche modalità operative.

La realizzazione di Sonde Geotermiche Verticali (SGVCC) si articola nelle seguenti fasi operative:

- ⇒ perforazione
- ⇒ installazione e cementazione delle sonde
- ⇒ prove di tenuta idraulica

Le problematiche relative all'installazione di SGVCC, che dovranno essere valutate e approfondite dal Professionista competente in materia geologica ai sensi del DPR 328/2001 iscritto all'Albo professionale secondo le modalità espresse nel Regolamento, del quale il presente Protocollo risulta parte integrante, sono le seguenti:

- ⇒ Fase di perforazione:
 - potenziale inquinamento delle falde da parte di additivi di perforazione non compatibili con la qualità degli acquiferi
 - penetrazione di strati impermeabili e conseguente eventuale messa in comunicazione di acquiferi separati di caratteristiche qualitative differenti
 - eccessiva risalita di falde artesiane (zampillanti), tali da non consentire l'immediata ricostruzione dei livelli impermeabili di separazione delle falde stesse
 - modificazione dei caratteri quali/quantitativi attinenti ad emungimenti idrici adiacenti, titolati a derivare acque pubbliche dal sottosuolo
- ⇒ Fase di esercizio:
 - perdita di fluidi termovettori
 - rottura delle sonde geotermiche in aree di dissesto idrogeologico

L'installazione di Sonde Geotermiche Orizzontali (SGOCC) è riconducibile alla realizzazione di scavi a cielo aperto ed al successivo reinterro con il terreno di scavo. Le problematiche in fase di realizzazione sono sostanzialmente riconducibili alle normali procedure di scavo in accordo con le norme di buona tecnica.

2. PERFORAZIONI VERTICALI

2.1. Premesse

I sistemi più utilizzati nelle perforazioni per l'installazione di Sonde Geotermiche Verticali (SGV) si possono così suddividere:

- a) A rotazione con circolazione diretta o inversa di fluidi o con aria compressa con additivi diluiti:
 - ⇒ Scalpelli a rulli (tricono)
 - ⇒ Scalpelli a lama (trilama)
- b) A rotazione con circolazione di fluidi e rivestimento totale della colonna in avanzamento (camicia):
 - ⇒ Scalpelli a rulli (tricono)
 - ⇒ Scalpelli a lama (trilama)
- c) A rotopercolazione:
 - ⇒ Martello fondo foro (DTH down to hole)
 - ⇒ Martello in superficie (TH top hammer)

Si precisa che altri sistemi di perforazione saranno ammissibili, fermi restando i principi ed i requisiti prestazionali descritti nel presente documento.

2.2. Scelta delle metodologie di perforazione

In generale le perforazioni devono essere eseguite con tecnologie e procedure adeguate per evitare l'interessamento delle falde, mediante sigillatura all'esterno su tutta la superficie della perforazione con materiali e metodologie idonee.

In particolare nelle aree di ricarica degli acquiferi e nei rilievi, caratterizzate rispettivamente dalla presenza di un'unica falda a carattere freatico oppure di acquiferi in roccia, potranno essere utilizzati metodi a rotazione con circolazione diretta o inversa di fluidi o con aria compressa oppure metodi a rotopercolazione.

Nella zone di bassa pianura dovranno essere utilizzate metodologie di perforazione a rotazione con circolazione di fluidi e rivestimento totale della colonna in avanzamento (camicia).

In ogni caso, nell'eventualità di perforazione di acquiferi contenenti falde artesiane s.s., la fuoriuscita di acque naturalmente salienti dal piano campagna dovrà essere impedita mediante misure idonee ed accorgimenti preventivi.

In casi di perforazione in formazioni rocciose soggette a fenomeni carsici, ovvero in presenza di cavità sotterranee, dovranno essere utilizzate metodologie atte a contenere la perdita di fluidi di perforazione in avanzamento, tramite rivestimento totale del foro (camicia).

2.3. Fase di perforazione

Durante la perforazione deve essere evitata qualsiasi conseguenza negativa per il suolo ed il sottosuolo. In particolare vanno implementate misure di sicurezza per evitare perdite di olio e carburanti dalla macchina perforatrice, oltre a perdite di altri prodotti specifici per la perforazione (es. lubrificanti, oli idraulici, additivi).

Il terreno sotto la perforatrice in corrispondenza del foro deve essere sistematicamente protetto da eventuali infiltrazioni inquinanti (per esempio mediante teli impermeabili e vasche di raccolta). Vanno altresì impedito le infiltrazioni di acque superficiali tramite una idonea strutturazione della zona attorno al foro di perforazione stesso.

In cantiere devono sempre essere a disposizione idonei prodotti oleo-assorbenti.

Le suddette fasi di perforazione forniranno anche i dati tecnici sulla stratigrafia riscontrata per ottemperare agli obblighi informativi di cui alla Legge 4 agosto 1984, n°464; è altresì previsto che in cantiere i campioni di "cuttings" siano prelevati almeno ogni 10 m, o comunque ad ogni cambio litologico significativo; i campioni sono da conservare per 60 giorni per eventuali verifiche da parte degli uffici competenti.

2.4. Fluidi di perforazione

Nel caso di perforazioni a rotazione a circolazione diretta, i fluidi di perforazione non devono comportare alcuna conseguenza negativa per il sottosuolo e per l'acqua di falda. Additivi devono essere possibilmente evitati. Qualora il loro impiego risultasse indispensabile, devono essere completamente biodegradabili. In particolare per l'uso dei polimeri l'impresa dovrà fornire la scheda tecnica relativa ai prodotti impiegati. Il fluido dovrà essere tenuto costantemente sotto controllo con appositi test per verificarne le caratteristiche chimico-fisiche. L'impresa dovrà porre massima cura nell'evitare anormali assorbimenti di fluido di perforazione che potrebbero contaminare la falda. La D.L. potrà indicare la densità massima ammissibile del fluido di perforazione. La viscosità dei fluidi di perforazione dovrà essere mantenuta più bassa possibile, in rapporto al diametro di perforazione ed alla portata del fluido, ciò per consentire la separazione dei cuttings che, rimanendo altrimenti in circolazione ed in sospensione, potrebbero condizionare lo sviluppo successivo della perforazione.

Nella perforazione con aria compressa è possibile aggiungere tensioattivi non tossici e biodegradabili che favoriscono il sollevamento dei detriti (cuttings) nel perforo. Gli stessi tensioattivi possono essere impiegati per l'abbattimento delle polveri. Tali indicazioni dovranno essere annotate sul giornale di cantiere.

Sarà a cura ed onere dell'Impresa affidataria la verifica della compatibilità dei reflui prodotti con gli scarichi disponibili e comunque la gestione e lo smaltimento di tutti i materiali estratti (rifiuti e non, solidi e liquidi) a norma di legge.

Nel caso di perforazioni a rotazione a circolazione inversa, valgono le precisazioni del controllo dei fluidi sopra esposte. La velocità elevata all'interno dell'asta di perforazione consente di trascurare la viscosità del fluido dal punto di vista della sua capacità di trasporto dei cuttings. La composizione del fluido ha quindi solo funzioni di stabilizzazione delle pareti del perforo.

La separazione dei cuttings può quindi essere molto facilitata dalla bassa viscosità dei fanghi normalmente impiegati. Il fluido può essere costituito da sola acqua a condizione che non si vadano a perforare formazioni particolarmente attive (argille rigonfianti).

I fluidi di perforazione vanno contenuti durante la lavorazione in vasche di materiale idoneo, al di sopra del piano campagna. Sono escluse fosse e scavi all'interno del terreno per la circolazione del fluido, anche se impermeabilizzati con teli sintetici.

La gestione dei residui dei fluidi di perforazione è soggetta alle vigenti norme in materia.

2.5. Direzione dei lavori

Le suddette fasi di perforazione, quando soggette a Direzione Lavori da parte del Professionista competente in materia geologica ai sensi del DPR 328/2001, iscritto all'Ordine, dovranno essere annotate in un rapporto di perforazione, contenente almeno i seguenti parametri:

- ⇒ Dati tecnici sulla perforazione
- ⇒ Cronologia del cantiere (dettagliata rassegna delle attività svolte in sito: ad es.: n° macchine operatrici in campo, quantità / metri di avanzamento per giorno, completamenti etc.)
- ⇒ Utilizzo di rivestimenti
- ⇒ Composizione stratigrafica del sottosuolo
- ⇒ Misura di eventuali livelli di falda
- ⇒ Afflussi di acqua anomali in foro e perdite di fluidi di perforazione (non tossici e biodegradabili)

⇒ Eventuale utilizzo di additivi (resoconto dei quantitativi impiegati e relativa scheda di sicurezza)
⇒ Avvenimenti particolari in corso d'opera
Laddove necessario la Direzione Lavori dovrà ottemperare agli obblighi informativi di cui alla Legge 4 agosto 1984, n°464.

2.6. Dichiarazione di Conformità

La ditta esecutrice dovrà consegnare al Committente una Dichiarazione di Conformità della perforazione al presente regolamento e alle norme di buona tecnica.

3. INSTALLAZIONE E CEMENTAZIONE DELLE SONDE GEOTERMICHE VERTICALI

1.1. Materiali

Le sonde geotermiche verticali da impiegare negli impianti di scambio termico a circuito chiuso devono avere le seguenti caratteristiche tipologiche

- ⇒ Sonde in PE-PP-PEX pressione PN16 ad U semplice o doppia o coassiali, annegate su cilindro di miscela cemento-bentonitica stagna con sigillatura verso il terreno;
- ⇒ Sonde con camicia di acciaio zincato/inox/PE con sonda interna in tubo di acciaio/inox/PE; sigillatura esterna alla camicia verso il terreno con miscela cemento-bentonitica;
- ⇒ Pali di fondazione con camicia di acciaio sigillata all'esterno con miscela cemento-bentonitica, con l'inserimento della sonda geotermica in acciaio o in PE (Pali caldi);
- ⇒ Sonde geotermiche per scambio terreno/aria per applicazioni negli impianti di ventilazione controllata e per abbinamento con pompe di calore geotermiche aria/acqua, costruite con camicia in Alluminio-PE-Acciaio con profondità limitata a 30 m;

Tutte le sonde dovranno essere corredate da scheda tecnica rilasciata dal produttore (relativa a materiale impiegato, diametri, PN, garanzia per almeno 20 anni).

In particolare, per sonde geotermiche soggette ad alterazione per correnti vaganti e/o parassite, ovvero in materiali metallici, deve essere prevista una protezione catodica.

Fermi restando i requisiti di salvaguardia generale delle falde acquifere, così come espressi nel presente regolamento, sono considerate ammissibili eventuali nuove tipologie di sonde geotermiche che rispettino i criteri di sicurezza sopra indicati.

1.2. Fluido Termovettore

E' fatto obbligo di utilizzare come fluido di scambio termico delle sonde esclusivamente acqua. Il sottosuolo, intendendo con questo il terreno entro il quale è installata la sonda verticale e l'anello di cementazione in contatto con la sonda stessa, non dovrà subire congelamento, al fine di non compromettere l'impermeabilità dell'anello di cementazione.

1.3. Posizioni delle sonde

La posizione delle perforazioni e quindi delle sonde deve essere garantita per quanto riguarda la presenza di eventuali sottoservizi interrati. In generale la posizione delle sonde deve essere definita rispettando le distanze legali dal limite di proprietà, fatto salvo quanto previsto all'art. 9 del Regolamento. Il terreno al sopra delle sonde non deve essere piantumato per impedire il danneggiamento delle stesse da parte degli apparati radicali.

1.4. Installazione della sonda nel foro di perforazione

Durante il posizionamento della sonda nel foro di perforazione o nello scavo la superficie esterna delle tubazioni non deve in alcun modo essere scalfita. Le condotte dovranno essere maneggiate con cura per evitare di generare sulla superficie intagli che ridurrebbero le caratteristiche stesse delle tubazioni.

Non è consentito posizionare le sonde in materiale plastico a pressione dall'alto tramite la macchina operatrice, al fine di evitare di danneggiare le sonde stesse.

Le tubazioni all'interno del foro verticale dovranno essere mantenute ad una distanza reciproca il più costante possibile ricorrendo eventualmente all'utilizzo di opportuni distanziatori.

Contestualmente all'inserimento della sonda verticale dovrà essere inserita la tubazione necessaria per la cementazione del foro a partire dal fondo della perforazione.

Per quanto riguarda la posa di sonde in materiale metallico dovrà essere posta massima attenzione alle giunzioni tra i vari elementi, che dovranno essere eseguite a regola d'arte.

1.5. Cementazione foro di perforazione

Durante il ritombamento del foro di perforazione verticale deve essere posta la massima attenzione a garantire un'ottimale impermeabilizzazione, continua ed omogenea. Dovrà essere utilizzata una sospensione di cemento, acqua e bentonite che andrà iniettata in pressione mediante pompa a pistone od altra stazione di pompaggio a partire dal fondo del foro sino al piano di campagna. Dovrà essere garantita la continuità delle cementazioni e l'assenza di bolle d'aria all'interno del foro di posa.

In casi di cementazione di perforazioni verticali eseguite in formazioni rocciose soggette a fenomeni carsici, ovvero in presenza di cavità sotterranee, dovranno essere utilizzate metodologie atte a contenere la perdita di fluidi di cementazione tramite l'utilizzo di otturatori gonfiabili (packers).

Per ottenere una migliore conducibilità termica possono essere addizionati a tale miscela anche sabbia o polvere quarzifera o equivalenti. La composizione deve garantire, dopo l'indurimento, una struttura compatta, duratura e che sia chimicamente e fisicamente stabile, nonché caratteristiche di elevata impermeabilità idraulica.

Nel caso di SGOCC lo scavo potrà essere riempito con il materiale di risulta dello stesso.

2. PROVE DI COLLAUDO

Dopo il posizionamento della sonda nel foro di perforazione dovrà essere eseguita la prova di tenuta idraulica. Tale prova, eseguita dall'installatore ed avvallata dal Direttore Lavori, sarà effettuata in cantiere su ogni singolo circuito idraulico che compone la sonda.

Su ciascuna sonda deve essere svolto un test di tenuta idraulica utilizzando acqua, per una durata non inferiore a 2 ore, con pressione di prova non superiore ad 1,5 volte la pressione di esercizio e comunque non superiore a 500 kPa (5 Bar). In ogni caso la pressione sul piede della sonda non deve superare la pressione nominale della sonda stessa.

Il collaudo è positivo quando la pressione all'interno della sonda non cala in maniera significativa (diminuzione di pressione tollerata: 0,5 Bar), tenuto conto della normale plasticità del manufatto e delle eventuali differenze di temperatura.

Qualora un test di tenuta desse esito negativo, dalla sonda difettosa va estratto il fluido di collaudo (acqua) e la stessa va ricolmata definitivamente con sospensione di cemento, acqua e bentonite. L'esito delle prove di tenuta va riportato nel Rapporto di Corretta Perforazione.

È consigliabile effettuare prove di flusso per verificare l'eventuale schiacciamento.

3. ALTRE PRESCRIZIONI

Agli organi competenti deve essere concesso libero accesso al cantiere ed agli eventuali strumenti di controllo e monitoraggio.

Ogni singola sonda deve essere dotata di propria saracinesca, eventualmente posizionata sul collettore.

L'impianto deve essere dotato di manometro di misura e di un sistema di allarme che segnali la diminuzione del valore di pressione di soglia prefissato.

La posa delle condotte di collegamento deve essere svolta secondo le regole di buona tecnica e precisamente:

- a. profondità minima di posa pari ad 1 metro;
- b. posa su un letto di sabbia;
- c. nastro di segnalazione a profondità di 40 cm lungo tutto il percorso della canaletta.