

Perforazione di sonde e pozzi per impianti a pompe di calore

Stefano Chiarugi

Associazione Acque Sotterranee - ANIPA

stefanochiarugi@landipozzi.it

Il progressivo sviluppo degli impianti geotermici con pompa di calore sta lentamente innovando le tecnologie e le procedure per le perforazioni ad essi legate.

Sonde geotermiche

L'introduzione della tecnologia denominata in gergo "con doppia testa" ha inciso profondamente sulla diffusione della geotermia a ciclo chiuso. Il motivo è essenzialmente legato alla riduzione dei costi di perforazione in molte condizioni operative, rispetto ai convenzionali sistemi a circolazione diretta o ad aria compressa. La riduzione di costi che ha incentivato l'applicazione delle pompe di calore.

Il sistema si basa su una testa di perforazione doppia, controrotante: destrorza per le aste di perforazione con l'utensile a distruzione (martello fondo foro per l'aria o scalpello per l'acqua), sinistrorza per i tubi di rivestimento. La testa sinistrorza ha una coppia 2-3 volte superiore all'altra, per vincere gli attriti importanti contro il terreno.

Questa configurazione prevede l'installazione di un *diverter* alla sommità dei tubi di rivestimento che consente di convogliare i fluidi e i detriti in una vasca, anche delocalizzata. Particolare, quest'ultimo, di notevole efficacia dato che permette la gestione della perforazione in modo "pulito", condizione indispensabile quando si opera in prossimità di abitazioni o edifici.

L'altro grande vantaggio è legato al fatto che accompagnare la perforazione con tubi di rivestimento significa risolvere "a prescindere" i problemi di perdita di circolazione, problemi che molto spesso si presentano negli strati più superficiali, rendendo lenta e onerosa la perforazione.

Inoltre l'opportunità di operare con piccoli diametri (non superiori a \varnothing 152) ha permesso ai costruttori di realizzare macchine molto performanti, con dimensioni relativamente compatte, installate su cingolati che quindi hanno operatività anche nelle condizioni più difficili.

L'insieme dei tre fattori precedenti conferisce a questa tecnologia una grande velocità media di "produzione" (considerata come il totale dei tempi di cantierizzazione, perforazione, completamento, smaltimento e ripristino). Ciò non impedisce ai sistemi convenzionali di continuare ad essere efficaci, anzi spesso più efficaci della doppia testa, quando la successione stratigrafica è omogenea e non richiede rivestimenti per la stabilizzazione del foro.

L'elemento di debolezza "economica" di questo sistema innovativo è rappresentato dalla fase di completamento: mentre l'introduzione delle tubazioni in polietilene è facilitata dalla

presenza dei tubi di rivestimento, essi diventano un ostacolo nella fase di introduzione del materiale di riempimento (cementazione). Infatti, una miscela idonea agli obiettivi di progetto dovrà presentare un'elevata viscosità, per impedirne la dispersione nelle fratture o nella porosità marcata e un elevato titolo di sabbia silicea (per garantire la conducibilità termica). Queste composizioni, unite alle condizioni descritte, costringerebbero gli operatori ad interrompere molte volte l'attività di iniezione, alternandola all'estrazione dei tubi di rivestimento per evitare il loro impaccamento con i tubi della sonda. Su questo aspetto esistono molte contraddizioni sul *modus operandi* delle imprese e dei Direttori dei Lavori. Interessante sarà osservare il comportamento degli stessi soggetti quando, ormai fra poco tempo, dovranno cominciare a confrontarsi con le Norme UNI in materia che prevedono precise procedure e responsabilità delle imprese e della DL.

Pozzi di presa e di resa

Acquiferi generosi per portata e piezometria elevata non sono purtroppo sempre presenti sul territorio. Quando queste condizioni sono favorevoli, il sistema a circuito aperto risulta conveniente sia dal punto di vista dell'efficienza, sia per il minore impegno di superficie che richiede (a partire dagli impianti di medie dimensioni).

In questo ambito sono tutte applicabili le tradizionali tecniche di perforazione dei pozzi per acqua. Alcune specificità per la realizzazione di impianti geotermici hanno, però, indotto l'affinamento di tecnologie mirate a risolvere problematiche particolarmente critiche.

Efficienza e danneggiamento degli acquiferi

L'energia necessaria per alimentare l'impianto di sollevamento è al denominatore dell'efficienza termica. Non potendo intervenire sugli altri elementi naturali, la costruzione del pozzo geotermico può solo avere l'obiettivo di minimizzare le sue perdite di carico idraulico.

Dato che, al momento, gli impianti a ciclo aperto sono realizzati prevalentemente in presenza di acquiferi superficiali (m 40-60), porosi ad elevata permeabilità (ghiaie e sabbie grossolane), le tecnologie di perforazione si sono sviluppate con l'obiettivo di minimizzare i danneggiamenti della formazione acquifera e consentire uno sviluppo ottimale.

Molto spesso l'acqua presenta pochi metri di battente all'interno del pozzo (trattandosi quasi esclusivamente di captazioni in prima falda), per questo si evitano tecnologie di circolazione a fango che risulterebbero eccessivamente invasive: si pri-

vilegiano quindi le perforazioni “a secco” o ad aria compressa.

È stata recuperata la perforazione a percussione, tecnica che negli ultimi anni aveva subito un forte declino così come, per i piccoli diametri risulta molto efficace la perforazione ad aria compressa con il trascinarsi delle tubazioni di rivestimento.

La novità più interessante, per i pozzi di grande diametro a piccola profondità, è rappresentata dall'introduzione della tecnica con asta telescopica (molto diffusa nella realizzazione dei pali di fondazione), che in queste condizioni risolve brillantemente il problema del danneggiamento ove sia in grado di trascinare i tubi fino a fondo pozzo.

Nei pozzi più profondi la “circolazione inversa ad acqua chiara” costituisce un buon compromesso fra la possibilità di raggiungere le profondità di progetto e contenere i danneggiamenti della formazione. In queste condizioni il maggiore battente idraulico consente di rimuovere il danneggiamento con efficaci tecniche di sviluppo.

Per tutte le tecniche rimane aperto il tema spesso trascurato dello sviluppo del pozzo, per conferire il massimo di efficienza idraulica. La trascuratezza è legata alla poca sensibilità dei progettisti dato che, per contro, molte imprese sono in grado di fornire un'ampia gamma di tecniche e procedure per ottenere efficacia di sviluppo in tutte le condizioni.

Anche su questo tema attendiamo un impatto positivo delle Norme UNI che introdurranno la possibilità di misurare il grado di efficienza idraulica di un pozzo e conferiranno alla DL la facoltà sollecitare il miglioramento delle caratteristiche del pozzo.

Costi e rapidità di esecuzione

Fra i vari fattori che determinano il costo di un pozzo il dato stratigrafico ha comunque un ruolo fondamentale.

Volendo distinguere per tipologie si può osservare che, ove applicabile, la tecnica con martello fondo foro e rivestimento è molto rapida. Così come l'asta telescopica è assolutamente competitiva nei grandi diametri con la sola limitazione della sua capacità operativa (m 50-60 di profondità).

Il resto è perforazione a circolazione inversa, che risulta più costosa, ma applicabile in tutte le condizioni.

Cantiere compatto e basso impatto

In particolar modo nei progetti di ristrutturazione di vecchi edifici la perforazione dei pozzi richiede l'adozione di perforatrici compatte e cantieri di dimensioni contenute con basso impatto sull'ambiente (vedi fanghi, fluidi in generale, gestione dei residui) e sulle strutture esistenti.

Su questo fronte le imprese hanno messo molto impegno e ottenuto ottime soluzioni.

Le perforatrici ad asta telescopica pur avendo dimensioni ragguardevoli danno la possibilità di contenere l'ingombro del cantiere contando sull'agevole gestione dei residui, così come determinano modeste vibrazioni sulle strutture prospicienti.

Sono disponibili impianti di perforazione a circolazione inversa di dimensioni estremamente contenute, anche in questo caso le vibrazioni risultano minime.

Per il martello fondo foro gli impatti non sono trascurabili e quindi bisogna verificarne bene l'applicabilità.

L'adozione della tradizionale percussione non è consigliabile nelle immediate vicinanze di edifici esistenti a causa delle vibrazioni indotte dal sistema.

Pozzi di resa e durata nel tempo

I pozzi di resa richiedono una specificità costruttiva che ottimizzi la capacità di assorbimento in falda (dimensioni e granulometria del dreno) le cui linee guida debbono essere ancora adeguatamente sviluppate. Spesso dai progettisti viene trascurata l'utilità di verificare l'efficienza idraulica dello stesso pozzo (con prove di portata); anche se prevalgono le informazioni del test di assorbimento, la prova convenzionale è indice della rimozione degli eventuali danneggiamenti nella formazione acquifera. La presenza di strati porosi sovrastanti, non saturi, facilita la capacità di assorbimento del pozzo, ma non costituisce un'azione corretta che, però, falsa il test di reimmissione.

Massima cura deve essere posta nell'esecuzione delle cementazioni con l'obiettivo della corretta canalizzazione dei flussi e il conferimento di adeguata stabilità strutturale dell'opera.

I fenomeni di incrostazione e intasamento sono all'ordine del giorno nei pozzi di emungimento, lo saranno a maggior ragione nei pozzi di presa e di resa.

Nella progettazione di questi impianti si deve tener conto della necessità di svolgere attività periodiche di manutenzione e rigenerazione. Ciò significa prevedere:

- la possibilità di accedere al pozzo con macchine e attrezzature
- predisporre impianti fissi che consentano attività di controlavaggio rapide
- programmare iniziative periodiche di consistente rigenerazione attraverso le tecniche più efficaci di sviluppo (Trattamento chimico, *Air-lift*, *Hyropuls*, *Jetting-tool*).