Semplice profondità

Nel campo delle iniezioni per geotermia, il sistema sviluppato dall'impresa di Villafranca Padovana favorisce la cementazione dei pozzi con notevole agilità operativa. Un abbinamento tra una metodologia proprietaria e un impianto dedicato per operare nel sottosuolo con controllo dalla superficie, maggiore affidabilità e la facoltà di un successivo approfondimento del pozzo



Il pannello di controllo con datalogger per miscelazione e iniezione automatica



Nel campo delle opere geotecniche profonde e della geotermia avanzata, Dai Prà ha sviluppato e depositato una richiesta di brevetto per metodo di lavoro relativa a un innovativo sistema di iniezione ad alte profondità. La metodologia è stata progettata per operare in condizioni estreme e consentire l'esecuzione e la cementazione di pozzi geotermici fino a 2.000 metri di profondità. Alla base del progetto vi è un'esigenza concreta: rendere le operazioni di cementazione dei pozzi profondi più semplici, sicure ed efficienti. All'aumentare della profondità crescono infatti le complessità tecniche e operative, dalla gestione delle pressioni alla preparazione e al mantenimento delle miscele cementizie, fino alla necessità di garantire continuità all'intervento senza introdurre elementi che possano interferire con le successive fasi di perforazione per l'approfondimento del pozzo.

La soluzione sviluppata da Dai Prà nasce da un approccio ingegneristico maturato attraverso anni di collaborazione con clienti e partner nella realizzazione di soluzioni dedicate a progetti complessi. Il risultato integra semplificazione operativa, affidabilità, controllo del processo e ottimizzazione delle fasi di cementazione, con un'applicazione pensata tanto per il comparto geotermico quanto per quello geotecnico. La metodologia è stata studiata, messa a punto e validata attraverso una collaborazione internazionale nei Paesi Scandinavi, nell'ambito di un progetto per la realizzazione di pozzi destinati alla geotermia profonda e allo sviluppo di soluzioni energetiche sostenibili ad alta efficienza programmate nell'area.



Lo scarico del big bag nel minisilos integrato nell'impianto

Il metodo e il controllo in superficie

L'elemento centrale dell'innovazione è il nuovo metodo di lavoro per le iniezioni profonde, supportato da un impianto di miscelazione e iniezione progettato e realizzato specificamente per questa metodologia. L'approccio punta a semplificare in modo significativo la cementazione, riducendo la necessità di utilizzare attrezzature complesse e accessori da posizionare e gestire all'interno del pozzo. Una parte rilevante delle operazioni viene così riportata in superficie, dove può essere monitorata e controllata con maggiore precisione.

Il sistema integra le diverse fasi del processo: dalla preparazione della miscela al mantenimento della sua omogeneità, fino all'iniezione ad alta pressione all'interno del casing.

L'aspetto distintivo, oggetto della domanda di brevetto per metodo industriale, è la nuova metodologia di iniezione geotecnica profonda. Il processo prevede l'iniezione in pressione dall'alto attraverso il casing, precedentemente inserito nel terreno per 500 metri e riempito d'acqua, senza ricorrere a metodi tradizionali quali packer o altri componenti interni al casing.

Dalla testa del pozzo vengono inseriti elementi separatori a perdere, scorrevoli all'interno del casing, progettati per eliminare o limitare la miscelazione tra l'acqua e la boiacca cementizia. Gli stessi elementi consentono di pompare la quantità di miscela effettivamente necessaria e sono concepiti per poter essere facilmente distrutti durante il successivo approfondimento del pozzo, previsto fino a 2.000 metri. Il riempimento controllato dello spazio anulare tra casing e terreno avviene attraverso la risalita dell'acqua che occupava il casing. L'acqua viene sospinta dalla miscela cementizia pompata dalla testa pozzo: la boiacca scende inizialmente confinata tra gli elementi a perdere e, successivamente, fuoriesce dal fondo, risalendo progressivamente nell'intercapedine fino alla superficie, a partire dai 500 metri di profondità.

Un ulteriore vantaggio consiste nell'eliminazione di componenti critici all'interno del casing, come i packer posizionati in testa o alle maggiori profondità operative. La riduzione di tali componenti limita i possibili rischi di malfunzionamento e, al tempo stesso, evita interferenze con le successive fasi di perforazione e approfondimento del pozzo.

Dalla progettazione alla validazione

La metodologia e la relativa configurazione impiantistica sono state adottate in un campo prova realizzato congiuntamente dai tecnici DAI PRA' e dal



Testa di adduzione della miscela, in testa al casing

personale tecnico del corrispondente scandinavo. I risultati ottenuti hanno consentito di verificare l'affidabilità del processo e dell'impianto e di procedere alla validazione della soluzione. La cementazione è risultata uniforme, veloce e controllata, secondo quanto progettato e messo in opera.

Tra i principali benefici rilevati figurano: la semplificazione del processo esecutivo, grazie all'eliminazione di operazioni e attrezzature altrimenti necessarie in profondità; una maggiore velocità di intervento, con la possibilità di cementare un pozzo anche nell'arco di una singola giornata operativa, in funzione delle condizioni del cantiere e del volume da trattare; la riduzione dei costi rispetto a sistemi tradizionali che possono prevedere, ad esempio, l'impiego di otturatori tipo packer in testa o in profondità; maggiore affidabilità, grazie alla riduzione dei componenti critici e al controllo dalla superficie dei parametri di processo; garanzia di qualità superiore, attraverso la gestione controllata della preparazione della miscela, delle quantità utilizzate e dei parametri di pompaggio; possibilità di procedere al successivo approfondimento del pozzo, grazie all'assenza di componenti permanenti o difficilmente rimovibili all'interno del casing.

Tutto in un'unica soluzione

Il progetto sviluppato da Dai Prà mette quindi in relazione tre elementi strettamente connessi: una metodologia innovativa di cementazione profonda, un impianto dedicato alla sua applicazione e una configurazione pensata per l'impiego diretto sul campo. L'esperienza maturata nell'applicazione internazionale e i risultati del campo prova confermano l'interesse della soluzione per lo sviluppo della geotermia profonda e delle opere geotecniche di nuova generazione. Il sistema si propone di ridurre le complessità operative, ottimizzare tempi e costi e aumentare l'affidabilità complessiva degli interventi di cementazione in profondità.





Il container integrato autosollevante

Un impianto progettato intorno al metodo

Per rendere la metodologia applicabile in modo efficiente, Dai Prà ha sviluppato un impianto di miscelazione e iniezione concepito come supporto operativo al metodo brevettato. L'obiettivo è assicurare automazione, continuità e controllo dell'intero ciclo: dalla preparazione della miscela fino alla sua iniezione nel casing. La configurazione comprende un sistema svuota big bag da 1.000 kg per l'alimentazione dell'impianto di miscelazione automatico con materiale a base cemento/bentonite; una coclea per il trasporto e il dosaggio della polvere; un turbomescolatore colloidale ad alta efficienza per ottenere una miscela omogenea; un sistema di additivazione controllata; un agitatore per mantenere l'omogeneità della boiacca durante le fasi di attesa e pompaggio; e un sistema di iniezione ad alta pressione regolabile, direttamente collegato al casing inserito nel terreno. Completano la dotazione una testina di adduzione in testa al casing per l'iniezione dall'alto, sistemi automatici per il riempimento dell'acqua e il lavaggio dell'impianto e un generatore di corrente, che rende il sistema autonomo dal punto di vista energetico. L'intero impianto è stato concepito secondo una logica di integrazione e automazione, con l'obiettivo di ridurre le operazioni manuali e rendere ripetibili le diverse fasi del ciclo di lavoro.

La configurazione: containerizzata e pronta per il cantiere

A completare la soluzione è la configurazione containerizzata autosollevante, sviluppata per consentire una rapida messa in opera direttamente in cantiere. Le principali apparecchiature necessarie alla preparazione e all'iniezione della miscela sono concentrate in un'unica unità. Questa impostazione riduce la necessità di strutture ausiliarie esterne e semplifica le attività di installazione e avviamento. La configurazione compatta e autonoma è particolarmente adatta ai progetti nei quali la localizzazione dei cantieri, le condizioni operative e la necessità di contenere i tempi di intervento rendono essenziale disporre di sistemi facilmente trasportabili, rapidamente installabili e immediatamente operativi. ◆


La risalita della miscela cementizia dalla profondità di 500 metri (riempiendo lo spazio anulare tra foro e casing)