

Progettazione di giunti MT per una pressione dell'acqua di 2 bar

Principi pratici per garantire prestazioni affidabili dei giunti in condizioni di allagamento

Introduzione

Le inondazioni e l'inondamento della falda acquifera stanno esponendo le reti sotterranee di media tensioné (MT) all'acqua con una frequenza sempre maggiore e per periodi più lunghi. In queste condizioni, l'affidabilità non dipende dal fatto che i componenti possano semplicemente "bagnarsi", ma dalla loro capacità di resistere a una pressione idrostatica continua senza consentire l'ingresso di acqua. L'esperienza sul campo dimostra che i giunti rappresentano il principale punto di guasto in condizioni di allagamento, rendendo fondamentali il sistema di sigillatura esterna e l'incapsulamento. Questo documento illustra i principi pratici di progettazione che consentono ai giunti MT di resistere a pressioni idrostatiche fino a 2 bar (equivalenti a una colonna d'acqua di circa 20 metri) per lunghi periodi di esercizio.

Cosa significa una pressione idrostatica di 2 bar sul campo

La pressione idrostatica non è una situazione di schizzi d'acqua o di immersione temporanea. È una forza continua che spinge l'acqua in ogni percorso disponibile: lungo le interfacce, attraverso microfessure e tramite qualsiasi porosità interconnessa. Un giunto può apparire integro pur consentendo una lenta penetrazione dell'umidità che, nel tempo, provoca il degrado elettrico. Per questo motivo, la "resistenza all'acqua" deve essere considerata una caratteristica dell'intero sistema e non una semplice proprietà di un singolo materiale.

Principio 1: Considerare la sigillatura come una funzione del sistema, non come una proprietà del materiale

La resistenza di un giunto alla pressione dell'acqua deriva dalla combinazione di più caratteristiche che operano congiuntamente: comportamento di flusso durante l'installazione, comportamento di polimerizzazione, integrità meccanica, adesione alle interfacce e stabilità all'invecchiamento nel lungo termine. Se uno di questi elementi viene meno (ad esempio per una scarsa adesione alle interfacce o per la presenza di microfessure), la pressione idrostatica sfrutterà tale debolezza anche quando la resina o l'involucro sono di per sé resistenti all'acqua.

Principio 2: Viscosità controllata e adeguato tempo di lavorazione consentono un riempimento completo

Una resistenza affidabile alla pressione inizia con il comportamento del materiale durante l'installazione. La viscosità della resina deve permettere la completa bagnatura e il riempimento delle geometrie complesse del giunto, evitando la formazione di vuoti o spazi non riempiti. Il documento evidenzia che viscosità e tempo di lavorabilità siano fattori critici per garantire un riempimento accurato e l'eliminazione dei vuoti, poiché le sacche d'aria rappresentano i principali punti di innesco per l'ingresso dell'acqua sotto pressione e per le scariche parziali. Un adeguato tempo di lavorazione consente un incapsulamento accurato e completo e riduce il rischio di difetti alle interfacce.

Principio 3: Un incapsulamento privo di vuoti impedisce i percorsi di migrazione dell'acqua

Sotto pressione, l'acqua segue sempre il percorso di minore resistenza. Vuoti, bolle d'aria e spazi non riempiti possono creare canali interconnessi che permettono all'umidità di penetrare più in profondità nel giunto. Per questo motivo, un incapsulamento privo di vuoti è essenziale non solo per bloccare la migrazione dell'acqua, ma anche per ridurre il rischio di innesco delle scariche parziali in condizioni di umidità. Negli ambienti soggetti ad allagamenti, un riempimento semplicemente "sufficiente" non basta: la resistenza alla pressione richiede una continuità costantemente priva di vuoti.

Principio 4: Una polimerizzazione senza bolle preserva la continuità strutturale

Il comportamento durante la polimerizzazione è importante quanto il riempimento iniziale. Se durante la polimerizzazione si formano bolle, schiume o porosità interconnesse, la pressione idrostatica può sfruttare queste microstrutture come percorsi capillari per la migrazione dell'acqua. Il documento evidenzia che una polimerizzazione non porosa e priva di bolle è fondamentale per garantire una resistenza alla pressione nel lungo periodo e che specifiche formulazioni possono prevenire la formazione di bolle anche in presenza di umidità. Il risultato è una struttura densa e continua che non offra percorsi capillari all'acqua.

Principio 5: Integrità meccanica e resistenza alle fessurazioni proteggono la sigillatura nel tempo

L'esposizione alle inondazioni raramente è l'unico fattore di stress. Durante il servizio, i giunti sono soggetti anche a movimenti del terreno, assestamenti, vibrazioni e cicli termici. Persino le microfessure possono diventare percorsi privilegiati per l'ingresso dell'acqua sotto pressione idrostatica. Per questo motivo, un comportamento meccanico equilibrato e una resistenza duratura alla formazione di fessure rappresentano requisiti progettuali essenziali per i giunti resistenti alle inondazioni e non semplici considerazioni secondarie.

Principio 6: L'adesione è il principale meccanismo di tenuta alle interfacce

Nei giunti MT, l'ingresso dell'acqua avviene prevalentemente lungo le interfacce e non attraverso il materiale massivo. Un'adesione forte e durevole a guaine dei cavi, involucri ed elementi metallici impedisce la penetrazione dell'acqua lungo le interfacce e previene i fenomeni di tracking lungo le interfacce in presenza di pressione. Questo aspetto è particolarmente importante nei giunti di transizione, dove la presenza di materiali differenti aumenta la complessità delle interfacce e il numero di potenziali percorsi per la migrazione dell'umidità.

Principio 7: La stabilità all'invecchiamento garantisce il mantenimento della resistenza alla pressione

Le prestazioni a lungo termine dipendono dal comportamento del sistema di tenuta dopo anni di esposizione a condizioni termiche e idrotermiche. Il documento sottolinea il mantenimento delle proprietà meccaniche dopo l'invecchiamento termico e in acqua, a dimostrazione del fatto che l'integrità della sigillatura deve rimanere stabile sotto l'azione combinata di calore e umidità. In pratica, la resilienza alle inondazioni non significa solo superare il primo evento, ma mantenere le prestazioni di tenuta durante esposizioni ripetute nel corso dell'intera vita utile del componente.

Conclusione

La progettazione di giunti MT in grado di resistere a una pressione idrostatica di 2 bar richiede un approccio sistemico: riempimento controllato, incapsulamento privo di vuoti, polimerizzazione senza bolle, adesione durevole alle interfacce, resistenza alle fessurazioni sotto carico meccanico e stabilità dopo l'invecchiamento. Quando questi principi operano in sinergia, i giunti sono in grado di resistere a una pressione dell'acqua continua senza generare percorsi preferenziali per l'ingresso dell'umidità che potrebbero causare successivi guasti elettrici.

Approfondisci

Nella pagina principale sono disponibili metodi pratici per garantire una qualità di installazione priva di vuoti, oltre a una guida sintetica alla selezione che aiuta i team di progettazione e specifica a scegliere le soluzioni di giunzione più adatte per aree soggette a ristagno d'acqua e applicazioni con interfacce complesse, come i giunti di transizione.