

Schlüsselbauer Technology GmbH&CoKG, 4673 Gaspoltshofen, Austria

Avvio della produzione di PCCP (Prestressed Concrete Cylinder Pipes- Tubi a Cilindro Precompressi) per l'approvvigionamento idrico a lungo termine nel golfo dell'Oman

Una gestione innovativa delle risorse idriche rientra, in Oman, tra i temi strategici più significativi di economia politica. Da un lato, in questo senso, va ricordata la realizzazione di infrastrutture per la gestione dei pochi fenomeni concentrati di precipitazioni intense. Le esigenze maggiori in merito alla circolazione quotidiana di beni e persone non tollerano che, a causa di forti piogge, la vita pubblica sia interrotta più volte nel corso dell'anno. D'altro canto, l'approvvigionamento idrico di un paese come l'Oman, estremamente esposto a fenomeni climatici e con agglomerati urbani in crescita, costituisce un impegno difficile da un punto di vista economico, tecnico e anche politico. La redditività di tubi in cemento precompresso per il trasporto di acqua potabile, paragonati alle condutture in acciaio o in ghisa, è risultata decisiva, accanto ad un atto legislativo, per l'inizio di un investimento studiato ed esemplare, in una produzione completa di tubi in cemento precompresso. Accanto a tubi in calcestruzzo convenzionali, per la gestione di acqua di superficie, dovrebbero essere realizzati, in un nuovo stabilimento, anche tubi in cemento precompresso con una pressione di esercizio di 25 bar, per futuri progetti di acqua potabile.

■ Christian Weinberger,
Schlüsselbauer Technology GmbH & Co KG,
Austria ■

Come parte integrante di questa pianificazione strategica, orientata al lungo termine, è stato deciso di introdurre, nell'azienda Amiantit del Sultanato dell'Oman, dopo il divieto di tubi in fibrocemento, la produzione di tubi in calcestruzzo, accanto ai prodotti già assodati per la costruzione di tubature. Oltre a prefabbricati convenzionali in calcestruzzo come tubi in cemento armato e componenti a sezione rettangolare, dovrebbero essere prodotti soprattutto tubi in cemento precompresso. I tubi in cemento precompresso si contraddistinguono, rispetto ai tubi in acciaio, nell'ambito delle condutture di acqua in pressione, per i costi ridotti del materiale e allo stesso tempo per un'elevata resistenza alla corrosione. Nel caso dei tubi in cemento precompresso sono facilmente realizzabili giunti a tenuta stagna. Con l'analisi e la definizione del concetto di prodotto e aven-

do precisato la tecnica di produzione necessaria a riguardo, è stato incaricato uno staff internazionale di consulenti, guidato dal Sig. John Munro, proprietario della Munro Ltd. con sede in Ontario, Canada. Sono stati verificati prodotti già stabili e tecniche disponibili a livello mondiale, per poter prendere infine una decisione sulla produzione. Dopo aver consigliato una scelta di aziende attrezzate, che dovrebbero rendere possibile la realizzazione economica in base alle esigenze concrete, gli esperti di Munro accompagnano il produttore nella messa in funzione della ricca tecnica di esecuzione e nell'avvio della produzione.

Il segmento della produzione di prefabbricati in calcestruzzo è nuovo per il produttore. Fin ad oggi si è avuta a disposizione un'esperienza pluriennale con materiali quali PVC, PE e VTR e i tubi in fibrocemento, nel frattempo vietati. Nella neo-istituita azienda Amiantit Oman Concrete Products LLC sono prodotti, in un primo stadio, tubi di

cemento per fognature a gravità del diametro nominale di DN 300 fino a DN 1800, nonché componenti a sezione rettangolare da 2.000 x 1.500 mm fino a 2.500 x 2.500 mm. I componenti a sezio-



Oltre ai tubi in cemento precompresso, sono fabbricati tubi in cemento armato del diametro nominale da DN300 fino a DN1800, nonché tubi a spinta in calcestruzzo.



L'Amiantit Oman, fondata nel 1974, è tra le aziende produttrici più importanti nella regione del Golfo.



Per produrre l'anima in lamiera, impiegata per lo spessore del tubo in cemento precompresso, un cilindro viene automaticamente saldato, tranciato e verificato in base alla lunghezza del tubo.



Per la manifattura del rivestimento interno in calcestruzzo umido, il cilindro in lamiera viene posto automaticamente su un manicotto e gettato in calcestruzzo secondo l'armatura dello stampo.

ne rettangolare e i tubi di grande diametro (DN 1200 fino a DN 1800) sono realizzati mediante impianto di vibro-pressante della tipologia Exact XL, mentre i tubi di diametro minore vengono manufatti su una pressa radiale. Questa suddivisione in due processi di produzione si basa sul fatto che, per la produzione di tubi in cemento precompresso, (il secondo livello della produzione di tubi in calcestruzzo descritto in seguito), si ha scelto queste tipologie di macchine per il rivestimento interno dei cilindri di acciaio.

Al fine di sviluppare un concetto di produzione di tubi in cemento precompresso, sono stati analizzati in passato processi di produzione applicati. La molteplicità dei metodi, quali processi di produzione in uno, due o tre strati, precompressione ad anelli o in lunghezza, collegamenti per tubi

in acciaio con giunzioni in gomma scorrevoli o circolari e le caratteristiche di produzione che ne derivavano, hanno spinto i "decisions maker" a mettere in piedi uno staff di consulenti, coordinato da un produttore di successo di tubi in cemento precompresso. Dopo aver chiarito le esigenze



Il filo in acciaio, necessario alla precompressione, viene portato all'impianto in coil (rotolo) e lavorato poi con una velocità di avvolgimento fino a 6 m/s.



La macchina per la precompressione della Schlüsselbauer lavora con una velocità di avvolgimento fino a 6 m/s.



Sulla base della pressione di esercizio dei tubi in cemento precompresso, si stabiliscono la resistenza del filo, la precompressione e l'aumento dell'avvolgimento.



Nella fase conclusiva della lavorazione, si appone al tubo uno strato protettivo esterno con calcestruzzo centrifugato.

della costruzione di tubature in Oman ed essersi confrontati con i metodi di produzione disponibili, la scelta è caduta su un tubo in cemento a due strati con l'anima in lamiera e armatura radiale precompressa, da prevedere con uno strato protettivo esterno in cemento centrifugato. I tubi precompressi dovrebbero essere prodotti nei diametri nominali di DN 600, 800, 1000, 1200 e 1400, rispettando gli standard AWWA C301 e C303. I dispositivi per la produzione dei cilindri di acciaio, degli anelli di estremità in acciaio e quelli per la precompressione per tensione dovrebbero essere progettati in maniera altrettanto flessibile. E altrettanto flessibile dovrebbe essere concepita anche l'intera gestione, per poter effettuare tutte le operazioni di movimentazione in maniera completamente automatica e con il minimo ricorso a operazioni di modifica.

I tubi in cemento precompresso, da decenni, danno buona prova nel loro utilizzo per le condutture di acqua potabile. La verifica di un tratto sperimentale di tubi in cemento precompresso nel Baden-Württemberg, in Germania, con in totale 4 tipologie diverse di tubi DN 600 per una pressione di 10 bar, ha dimostrato infatti che, dopo diversi decenni di funzionamento continuo, le tubature erano in uno stato impeccabile. Questo tratto sperimentale venne costruito negli anni 1954-1956, in una parte di tracciato sovraccarica da un punto di vista geodetico, per ottenere nozioni utili alla successiva costruzione di condutture idriche a distanza. Più di un mezzo secolo dopo, questa condotta doveva essere sfruttata a causa del suo dislivello per l'approvvigionamento energetico e la pressione doveva essere aumentata fino a 13 bar. Furono costruiti in origine 4 tipi di tubi in precom-

presso allora disponibili. Furono esaminati tre dei tubi interessati, dall'uso previsto differente, con una pressione di prova di 14 bar. Dopo la prima positiva conclusione, ossia che i tubi erano come in precedenza in un ottimo stato pronto all'uso, è seguita la seconda conclusione positiva: i tubi verificati resistevano inoltre senza problemi alla pressione incrementata. In seguito a queste conclusioni, possiamo dichiarare con tranquillità, anche nel XXI sec, in merito ai tubi in cemento precompresso, che è possibile realizzare costruzioni che abbiano una durata di più di 100 anni.

In tema di tubo in cemento precompresso, dal progetto descritto in precedenza, è cambiata in modo essenziale soprattutto la tecnica di produzione. Singole fasi di lavorazione sono state modernizzate, l'intero processo produttivo è stato gradualmente



I tubi in cemento precompresso possono essere realizzati con giunti differenti. In progetti concreti i manicotti e i giunti a bicchiere sono modellati con anelli finali in acciaio.



L'elevato grado di automazione dell'intero impianto contribuisce alla tutela dei lavoratori e dei prodotti. In questo modo i cicli nonché la percentuale di scarti sono ottimizzati.



I cilindri in acciaio rivestiti in calcestruzzo nei forni si induriscono in media in un giorno. Per concludere, segue il completamento con la precompressione per tensione e il coating esterno.

automatizzato e anche le componenti del tubo ormai possono essere lavorate e realizzate in modo più veloce e con maggior precisione. Era soprattutto il processo della precompressione a rappresentare spesso, in passato, un'impasse nella produzione in serie. Con una velocità di lavorazione di 6 m/s, il filo per la precompressione viene installato ora rapidamente con le tecniche più innovative, evitando di rallentare i processi precedenti e successivi. Il concetto di fondo della produzione di tubi in cemento precompresso è tuttavia approssimativamente rimasto lo stesso e comprende tre ambiti essenziali: lavorazione dei cilindri in acciaio, precompressione per tensione e getto di calcestruzzo. A questi vanno aggiunti, in senso ad una moderna produzione di tubi in cemento precompresso, il trasporto e/o la gestione delle singole componenti, dei semilavorati e non da ultimo del prodotto finale.

Nella produzione di cilindri in acciaio, vanno realizzati da un lato solidi anelli di estremità in acciaio, che costituiscono in seguito i manicotti dei tubi finiti. A questo scopo, un acciaio resistente adatto è piegato a forma di anelli, poi saldato e dilatato. L'anima all'interno del tubo viene saldata con lamiera in ogni diversa ampiezza e spessore di parete in base all'uso. Presso la Amiantit Oman Concrete Products LLC, è possibile lavorare la lamiera con uno spessore di parete di 1,5 fino a 6,5 mm per cilindri lunghi 6 m circa. Il peso massimo dei rotoli di acciaio da trasformare si aggira a 20 t. Dopo avere passato la tranciatrice, i cilindri in acciaio sono saldati con anelli di estremità in acciaio. La tenuta di



Una serie di manipolatori automatici spostano i tubi in cemento precompresso semilavorati all'interno dell'impianto di produzione. Nell'immagine una occhiata sul rivestimento in cemento del tubo in cemento precompresso.

tutti i cilindri in acciaio viene testato interamente. Una verifica della pressione idrica, con una pressione di prova di 4 bar, in un lasso di tempo di diversi minuti, identifica perdite minime di liquidi, che nella peggiore delle ipotesi, possono essere corrette facilmente direttamente nel dispositivo di prova. In confronto alle vecchie attrezzature, non è più necessario rimuovere il cilindro di acciaio dalla stazione di verifica. Al termine di un controllo qualità assolto con successo, il cilindro è posizionato su un manicotto ed è pronto per il rivestimento interno con calcestruzzo.

Come le tipologie di tubi in cemento precompresso, anche la gettata di calcestruzzo dei tubi stessi può essere concepita in modo altrettanto vario. Per il rivestimento semplice in calcestruzzo dei Lined Cylinder Pipes (LCP) (Tubi Cilindrici Rivestiti) può essere utilizzato sia calcestruzzo umido che calcestruzzo colato. Per un rivestimento molteplice in calcestruzzo all'interno e all'esterno (come necessario nel caso di Embedded Cylinder Pipes (ECP)) (Tubi Cilindrici Annegati), si possono combinare entrambi i processi di gettata oppure è possibile realizzare l'intero tubo con calcestruzzo colato. Uno strato protettivo esterno, definito Coating, è tipicamente modellato con calcestruzzo centrifugato. Concretamente, a causa del diametro nominale del tubo necessario e di una maggiore produttività desiderata, si è deciso di produrre solo i Lined Cylinder Pipes (Tubi Cilindrici Rivestiti) e di utilizzare calcestruzzo umido per il rivestimento interno del cilindro in acciaio. Dopo l'asciugatura del rivestimento interno in essiccatoi, i cilindri in cemento-

acciaio sono pronti per l'applicazione del filo di avvolgimento per la compressione.

Macchina di precompressione ad alta velocità come elemento basilare in una produzione efficiente di tubi in cemento precompresso

La macchina per la precompressione sviluppata da Schlüsselbauer, partner tecnologico di Amiantit Oman Concrete Products LLC, prevede una precompressione radiale con filo all'esterno del cilindro, dopo che è stato applicato al cilindro stesso un rivestimento primario di cemento e acqua. La forza di precompressione possibile, per questo tipo di attrezzatura, si aggira a più del doppio della forza di precompressione di 20 kN, attualmente necessaria in questa operazione. Per il produttore ciò è sinonimo di flessibilità, qualora in futuro dovesse far fronte a progetti di maggiori pretese. In seguito si possono soddisfare esigenze maggiori, anche mediante un avvolgimento ripetuto del filo di tensione. Tuttavia questa attrezzatura per la precompressione si contraddistingue soprattutto per la velocità di lavorazione. È possibile ottenere fino a 6 m di filo di precompressione al secondo, sul cilindro in cemento armato, in una pendenza definita.

Al di là di questi tre elementi principali nella realizzazione di tubi in cemento precompresso, questo nuovo stabilimento può vantare soprattutto un elevato grado di automazione. Ad ogni modo al momento non sussiste nessuna notevole carenza di manodopera in loco. L'impiego di lavoro manuale, nell'ambito di una produzione efficace, in parti-

colare nel settore dei tubi in cemento precompresso, deve essere ridotto a quelle sfere in cui, da un lato non vi sia nessun pericolo per le persone e dall'altro, anche i prodotti di valore non siano compromessi da comportamenti umani erranei. Un fattore di pericolo per i lavoratori, in confronto a sedi di produzione convenzionali, deriva dalle misure e dalle masse che sono mobilitate in questo settore. Già i semiprefabbricati come i cilindri in acciaio e/o in cemento armato rappresentano masse enormi e in questo caso una lunghezza di costruzione di ca. 6 m, manovrabile in sicurezza solo con macchinari. Un'automazione intelligente deve contribuire quindi a fare in modo che, mediante movimentazione semiautomatica o automatica, la sicurezza del lavoro non sia messa mai in discussione e siano evitati danni al prodotto.

Il fattore principale di pericolo per il materiale è costituito dall'uomo. Con ogni fase di lavorazione, il valore del tubo semilavorato aumenta, fino a che diventa un componente pronto per l'installazione. Schlüsselbauer ha tenuto pienamente conto delle esigenze del produttore in merito a ciò, ordinando in modo intelligente i singoli processi e concependo una serie di attrezzature automatiche per la movimentazione. Per la movimentazione dei materiali dei tubi e dei cilindri in acciaio viene impiegato il carro ponte. Il lavoratore interviene in questa situazione con maggiore responsabilità. L'armatura dello stampo per rivestire il cilindro in acciaio con calcestruzzo, la presa dello stampo riempito, così come il magazzino nell'essiccatoio, tutti avvengono mediante carro ponte. La posa del cilindro in acciaio sul manicotto basso avviene già da principio in maniera automatica. Al fine di procedere con le fasi di lavorazione successive in modo altrettanto automatico e quindi poter escludere quasi totalmente comportamenti erranei, sono stati installati vari manipolatori automatici. Questi trasportano i cilindri in acciaio rivestiti in posizione per l'avvolgimento con i fili per la compressione, muovono poi i semilavorati verso il rivestimento esterno - il Coating - e infine li consegnano alla gru automatica Transexact. Quest'ultima muove il tubo in cemento precompresso finito nella camera di maturazione e infine sul nastro trasportatore per lo spostamento verso il magazzino esterno. In seguito la gru automatica chiude e apre le coperture della camera di maturazione.

A fianco del partner tecnologico Schlüsselbauer, che si è assunto la responsabilità, oltre che dell'attrezzatura per la movimentazione completa, anche dell'equi-

paggiamento per la produzione e il controllo dei cilindri in acciaio, dell'avvolgimento con fili per la compressione e per il rivestimento, nonché dell'impianto di produzione per la realizzazione di tubi di grandi dimensioni e parti del telaio, altri numerosi noti produttori di impianti sono stati coinvolti in questo progetto. Ad es. Putzmeister ha fornito una pompa per cemento atta alla produzione mobile di componenti singole o in serie, come elementi divisorii per strade. Le macchine per la realizzazione dell'armatura delle gabbie per tubi in calcestruzzo convenzionali sono state rifornite da MBK Maschinenbau e l'intera tecnologia di miscelazione e movimentazione del cemento è stata consegnata da Skako. Oltre alla pista di vagonetti, sono stati attivati in totale tre impianti di miscelazione rispettivamente da 1,2 m³ ciascuno, che provvedono all'intera produzione di calcestruzzo. Per un uso ideale degli enormi locali di produzione, la Demag ha costruito una serie di carroporti da 5 a 50 t.

Riassumendo, si potrebbe avere l'impressione che l'elevato grado di automazione nella movimentazione del prodotto, si basi esclusivamente sugli aspetti di sicurezza esposti e non sull'abbattimento dei costi, in particolare da un punto di vista del personale. Va precisato, a questo proposito, che in Oman non è prevista una carenza di personale in un futuro prossimo, soprattutto per l'elevato numero di lavoratori stranieri disponibili. Tuttavia una produzione di questo tipo precipita sotto la pressione dei costi, quando in seguito a interventi manuali, risultino continuamente danni ai semilavorati o ai prodotti finiti. Un tubo divenuto merce di scarto abbatterebbe una fonte di ricavo irrecuperabile e oltre a ciò causerebbe costi ulteriori per una rielaborazione esperta. Anche questo aspetto è stato preso in grande considerazione nel concetto di automazione citato. Il risultato è un impianto di produzione di tubi in cemento precompresso rivestiti, unico, a livello mondiale, nella sua efficienza e nella sua nuova veste.

Amiantit Oman è stata fondata nel 1974 e viene annoverata oggi tra le aziende produttrici più importanti del paese, con un'ampia gamma di prodotti. Presso la Amiantit Oman sono impiegate circa 900 persone, 80 circa presso la Amiantit Oman Concrete Products LLC. L'azienda è il frutto di una Joint Venture tra i più importanti gruppi industriali nel Sultanato dell'Oman, il Gruppo Omzest, il Suhail Bahwan Group e il Saud Bahwan Group. Nel gruppo Omzest Group sono integrate più di 75 imprese in parte o totalmente, circa due



La gru automatica Transexact della Schlüsselbauer trasporta i prodotti finiti nelle camere di maturazione e infine sul nastro trasportatore. In seguito provvede alle coperture della camera di maturazione.

terzi del fatturato è generato dalle aziende di produzione. Il Suhail Bahwan Group comprende più di 40 aziende e in seno al Saud Bahwan Group sono commercializzate, tra altri prodotti, numerose case automobilistiche come Ford, Toyota o MAN. Oltre alla gamma di prodotti di Amiantit Oman, orientata soprattutto al settore edile, si possono incontrare tra i servizi più svizzeri in seno all'intero gruppo aziendale, come se l'intera popolazione del paese fosse quasi integrata nel processo di creazione di valore aggiunto.

ALTRE INFORMAZIONI

SCHLÜSSELBAUER 

SCHLÜSSELBAUER TECHNOLOGY GmbH & Co KG

Hörbach 4

4673 Gaspoltshofen, Austria

T +43 7735 7144 0

F +43 7735 7144 56

sbm@sbm.at

www.sbm.at

www.perfectsystem.eu