

REALIZZAZIONE/Edifici alti

LA SOSTENIBILITÀ NASCE DALLE FONDAMENTA



HOLCIM ITALIA HA FORNITO IL CALCESTRUZZO UTILIZZATO PER L'AREA **PORTA NUOVA DI MILANO**, EMBLEMA DI COSTRUZIONE SOSTENIBILE E INNOVATIVA. IL **GRATTACIELO PIÙ ALTO D'ITALIA** È PRE-CERTIFICATO **LEED GOLD** E IL BOSCO VERTICALE RIGENERA L'AMBIENTE E LA BIODIVERSITÀ URBANA



La torre di Porta Nuova Garibaldi, progettata da Cesar Pelli, è diventata, con i suoi 230 metri, l'edificio più alto d'Italia a seguito del posizionamento sulla sua cima dello Spire di 78 metri.

Al di là della spettacolare operazione di posizionamento della guglia, avvenuta il 15 ottobre, c'è da considerare che si parla di un peso complessivo di 500 tonnellate, e che sotto l'altezza spettacolare dell'edificio ci sono attenti calcoli strutturali e materiali attentamente progettati e testati.

Lo stesso vale per il Bosco Verticale, il cui cantiere è stato aperto ai cittadini nel week end del 22 e 23 Ottobre scorsi, sotto il verde bosco c'è un terreno di materiali studiati per rispondere alle specifiche esigenze del progetto.

Holcim ha studiato delle soluzioni ad hoc, sostenibili ed altamente innovative, per strutture così imponenti; nello specifico è stato progettato un calcestruzzo ad alta resistenza (C60/75), in grado di mantenere omogeneità e costanza per garantire la lavorabilità e la pompabilità ad alta quota (fino a 160 m di altezza) e calcestruzzo a bassissimo calore d'idratazione per i getti massivi delle fondazioni con alti spessori, per le quali sussistono problemi legati allo sviluppo delle alte temperature con conseguente rischio di fessurazioni; la notevole altezza delle torri ha infatti richiesto la realizzazione di platee di fondazione di spessore considerevole, variabile dai 185 ai 250 cm e in alcune zone sempre della platea anche di circa 400 cm.

Oltre alla sostenibilità del cemento utilizzato nei mix design, che in quanto pozzolanico consente minor dosaggio di clinker e di conseguenza minori emissioni di CO₂, i calcestruzzi sono stati composti da un' additivazione con filler ad elevate caratteristiche di pozzolanicità per migliorare le prestazioni e per risultare maggiormente sostenibili, perché tali filler sono prodotti certificati appartenenti alla categoria Leed 100% preconsumer.

Inoltre l'azienda ha curato la gestione del servizio logistico, la fornitura e il coordinamento del servizio di pompaggio ad alta quota, oltre che la costante assistenza tecnologica in cantiere; Holcim si è posta inoltre quale garanzia di supporto ai fini dell'ottenimento della certificazione LEED attraverso l'ottenimento, come prima azienda in Italia produttrice di calcestruzzo, della convalida da parte di ICMQ – in conformità alla norma internazionale UNI EN ISO 140121:2002 – delle Asserzioni Ambientali Auto-dichiarate, relative al contenuto del materiale riciclato, nello specifico, per gli impianti di Porta Nuova e Segrate.

R REALIZZAZIONE/Edifici alti



UNA SFIDA AD ALTA QUOTA

In genere, per gli edifici alti, le imprese di costruzione devono comprare loro stesse l'attrezzatura e formano loro il personale con notevoli difficoltà. Holcim, invece, ha fornito un pacchetto completo, chiavi in mano, proponendosi come unico referente, per ogni esigenza, per ogni servizio relativo al calcestruzzo. La soluzione proposta da Holcim, già in fase di offerta e con la partnership di Dalecom, realtà consolidata nel mondo del trasporto e pompaggio del calcestruzzo, si è basata sull'utilizzo combinato di specifici macchinari marchiati Putzmeister. Il primo progetto in ordine di tempo, relativo al lotto Porta Nuova Garibaldi e commissionato da Colombo Costruzioni a Holcim per la realizzazione di tre torri direzionali, ha comportato lo studio di particolari tecniche di pompaggio. Il capitolato infatti prevedeva un calcestruzzo pompabile su un dislivello di 150-160 metri circa, senza provocare blocchi nella linea tra la pompa ed il punto di getto.

L'architettura per il pompaggio in quota ha previsto l'impiego di due pompe carrellate di notevole potenza, che possono spingere il calcestruzzo fino a 600 m e di pompe autocarrate con bracci di varia lunghezza per il pompaggio con metodo tradizionale.

Tramite delle linee di tubazione (due, una è di sicurezza), le pompe carrellate spingono il calcestruzzo in quota e alimentano un braccio stazionario di 32 m ancorato sui casseri autorampanti che dirige il getto ed un braccio elettroidraulico da 12 metri che viene chiamato ragno, che può salire sul solaio per dirigere ancora meglio il

getto. Ogni edificio, quindi, è stato dotato di una struttura pompa-tubazioni-braccio.

I bracci stazionari, utilizzati naturalmente in abbinamento alle pompe carrellate che si trovano a terra, permettono di distribuire il calcestruzzo in modo rapido ed efficiente, e soprattutto senza problemi legati alle altezze. Il problema più critico è stato quello delle miscele del calcestruzzo, che devono essere progettate ad hoc per garantire la fluidità nelle tubazioni e allo stesso tempo conservare la resistenza richiesta in modo che le caratteristiche non si disperdano con il pompaggio in altezza: il rischio infatti è la segregazione del calcestruzzo. Ovviamente la necessità di pompare il calcestruzzo ad alta quota ha comportato quindi lo studio di un mix design specifico. Per quanto riguarda i calcestruzzi ad alta resistenza (HSC), che sono stati studiati da Holcim per avere anche particolari caratteristiche di fluidità in modo mantenere pompabilità e lavorabilità sufficientemente elevate da sostenere il pompaggio a fino a 160 metri senza rischi di segregazione, nell'area Garibaldi è stato gettato un calcestruzzo in classe di resistenza C 60 / 75 mentre per l'area ex Varesine è stato fornito un calcestruzzo di classe C 70 / 85; prodotti non comuni, studiati e pensati con il supporto di vari partner.

L'utilizzo di aggiunte minerali pozzolaniche ha anche consentito di ottenere benefici ambientali legati al minore consumo di clinker e di conseguenza riducendo le emissioni di CO₂.

I prodotti inoltre hanno contribuito all'ottenimento dei crediti LEED per il "contenuto riciclato dei materiali", grazie alla limitazione dell'uso di



risorse naturali, e in relazione alla "provenienza regionale dei materiali estratti, lavorati e prodotti", in quanto si è sostenuto l'uso di prodotti locali, riducendo gli impatti ambientali derivanti dal trasporto.

IL PRODOTTO

Per i getti massivi delle fondazioni con alti spessori è stato studiato, e quindi utilizzato, un calcestruzzo a basso calore d'idratazione che consente di ridurre il rischio di fessurazioni. Si dice che un calcestruzzo è a basso calore d'idratazione quando monitorando il comportamento termico del calcestruzzo si verifica che l'incremento termico dovuto al calore d'idratazione, in conseguenza del quale si possono creare fessurazioni nel manufatto, corrisponde al minimo gradiente termico tra nucleo e parte corticale. Nella ricetta specificatamente formulata per il cantiere di Porta Nuova si è ottenuto un particolare calcestruzzo di tipo C 30/37, in classe d'esposizione XC2, con selezionati aggregati di diametro massimo 22,4 mm e rapporto aggregati/cemento=6,75.

In questo caso sono stati utilizzati diversi additivi per la specifica necessità: un superfluidificante policarbossilato formulato ad hoc, un ritardante della presa e dello sviluppo del calore d'idratazione, un formulato minerale finissimo ad attività pozzolanica e un innovativo additivo viscosizzante. È stato così ottenuto un conglomerato di classe di consistenza a metà tra un S5 e un SCC (flow ≥ 550 mm) a bassissimo calore di idratazione. Inoltre, con il fine di ridurre al minimo il rischio di fessurazioni, la valutazione della prestazione meccanica, in accordo con la Direzione Lavori e di cantiere, è stata verificata a 56 gg invece che a 28, per ottenere un aumento il più possibile graduale delle resistenze e quindi uno sviluppo contenuto del calore d'idratazione.

La formulazione di questo calcestruzzo è stata studiata ad hoc per i getti massivi della platea di fondazione delle tre torri progettate per l'area Garibaldi - Repubblica di Porta Nuova.

La notevole altezza delle torri ha infatti richiesto la realizzazione di platee di fondazione di spessore considerevole, variabile dai 185 ai 250 cm e in alcune zone sempre della platea anche 400 cm circa. La stessa esigenza si è verificata poi nei cantieri delle aree circostanti, di Varesine e Isola. Anche in questo caso il calcestruzzo a basso calore di idratazione, progettato in C 30/37 e in C32/40 nel caso di Varesine, ha dimostrato essere la soluzione migliore per i basamenti degli edifici.