

SCC: calcestruzzo speciale per il basamento del mulino di Barletta

SCC: special concrete for the foundation pier of Barletta mill

Elisa Albiero,
Addiment Italia S.r.l.

Assistenza Tecnica
Technical Service

A Barletta nel mese di febbraio è stata realizzata la fondazione del nuovo mulino Horomill della linea del clinker, con l'adozione di materiali ed accorgimenti particolari che hanno permesso di accorciare i tempi di getto del calcestruzzo, di mettere in opera il materiale senza interruzioni e di assicurare una notevole compattezza ed uniformità

In February the foundations of the new clinker-line Horomill were laid in Barletta, using special materials and techniques that allowed the reduction of pouring time, a non-stop placing of the concrete and guaranteed a high compactness and uniformity

Il Self-Compacting Concrete (SCC), calcestruzzo autocompattante, è un nuovo conglomerato cementizio in grado di compattarsi per peso proprio, di riempire completamente le casseforme, anche in presenza di sezioni molto snelle e di armature molto fitte, senza necessità di vibrazione e senza rischi di segregazione e di essudazione d'acqua.

Il calcestruzzo SCC si differenzia da un calcestruzzo tradizionale soprattutto per l'ottimo grado di omogeneità, l'estrema fluidità, l'elevata deformabilità ed i lunghi tempi di mantenimento della lavorabilità. Queste caratteristiche assicurano diversi vantaggi:

- costi inferiori per la messa in opera del calcestruzzo, in particolare nel caso della prefabbricazione;
- diminuzione del tempo necessario alla messa in opera del calcestruzzo;
- minor impatto ambientale e migliore tutela dei lavoratori (per via della riduzione del rumore);
- migliori garanzie sulla durabilità dell'opera, che in questo modo non dipende più dalla quantità e qualità della vibrazione e dalla professionalità della manodopera;
- riduzione dei rischi derivanti da una non corretta vibrazione del calcestruzzo come la segregazione, l'essudazione d'acqua, i nidi di ghiaia, ecc...;
- possibilità di realizzare con facilità elementi architettonici e strutturali complessi, caratterizzati da sezioni molto snelle e/o con armature molto fitte;
- ottimi faccia a vista.

Le caratteristiche del calcestruzzo autocompattante, si ottengono attraverso un appropriato studio del mix-design che prevede, rispetto al calcestruzzo tradizionale, un diverso rapporto malta/aggregato e l'impiego di additivi superfluidificanti di nuova generazione, ad alto potere disperdente onde conferire all'impasto il giusto grado di fluidità.

La maggiore quantità di malta comporta l'utilizzo di un'elevata quantità di 'polveri' (almeno 500-600 kg/m³), siano esse cemento o aggiunte minerali idraulicamen-

te attive (es. cenere volante) o inattive (es. calcare), in grado di controllare la viscosità e di ridurre la tendenza alla segregazione. L'obiettivo è quello di riuscire a mantenere 'in sospensione' gli aggregati grossi, di diametro massimo 16-20 mm, evitando che sprofondino all'interno delle casseforme durante il cammino del getto.

Gli studi relativi a tale tipologia di calcestruzzo iniziarono negli anni '80 in Giappone; nel 1984 ad Hong Kong venne realizzato il primo getto di calcestruzzo fluido senza vibrazione nel quale la compattazione veniva ottenuta attraverso la fluidità e la coesività dell'impasto. A partire dal 1988, il *Self-Compacting Concrete* - comunemente attribuito all'invenzione del prof. Okamura - venne poi confezionato ed impiegato in Giappone e Canada, dove vennero realizzati lavori di notevole valore e complessità, quali ad esempio ponti, serbatoi per gas, edifici antisismici, ecc...

L'introduzione in Europa (Francia e Svezia) è più recente e risale al 1996 mentre gli esempi d'impiego di questo materiale in Italia sono ancora molto pochi.

Il getto di Barletta

Nella cementeria *Unimed* di Barletta, nel mese di febbraio, è stato realizzato il blocco-fondazione per l'installazione del nuovo mulino Horomill atto alla macinazione della farina mediante l'impiego di calcestruzzo autocompattante. Si tratta di una struttura monolitica di circa 500 m³, alta 4 m, poggiate su molle/smorzatori e caratterizzata da una fitta rete di barre d'armatura metalliche. Lo studio di tale struttura, realizzato dalla società BCV Progetti, prevedeva un getto di calcestruzzo Rck 35,



Foto / Picture by Calvaresi

il più possibile compatto ed uniforme e la messa in opera senza interruzioni, al fine di evitare la formazione di giunti freddi che, a seguito delle notevoli sollecitazioni dinamiche indotte dal mulino, avrebbero potuto indurre fenomeni di fessurazione. Date le notevoli dimensioni del blocco, l'altissima densità dei ferri d'armatura e la necessità di realizzare un getto monolitico, sono apparse subito evidenti le difficoltà che si sarebbero incontrate nel realizzare una corretta vibrazione e, quindi, un getto omogeneo e privo di segregazione: la scelta del *Self-Compacting Concrete* ha permesso di ovviare a queste difficoltà.

Grazie all'elevata fluidità e capacità di scorrimento, il calcestruzzo autocompattante è stato pompato utilizzando due soli punti

di scarico, con un raggio d'azione di circa 7 metri, posti ad un'altezza dal fondo cassero di 4 metri. Il basamento è stato completato in poco meno di 16 ore, senza alcun apporto di energia esterna.

Addiment Italia ha contribuito alla realizzazione del blocco del mulino, in collaborazione con il Centro Ricerche di Guidonia e l'impianto di betonaggio *Unical* di Barletta, mettendo a punto il mix-design del calcestruzzo autocompattante, nel quale è stato impiegato l'additivo superfluidificante *Addiment Compactcrete 39/P*.

Addiment Compactcrete è una linea completa di superfluidificanti di nuova generazione appartenente alla famiglia degli eteri policarbossilati.

La prima ricetta studiata nel laboratorio di

Addiment Italia di Medolago (Bergamo) prevedeva un calcestruzzo in grado di mantenere la lavorabilità per circa un'ora e garantiva resistenze a compressione a 28 giorni superiori ai 45 Mpa.

Tale ricetta è stata sperimentata in cantiere, mediante il getto di una parete cassero, ed ha confermato le proprietà allo stato fresco del calcestruzzo e le resistenze meccaniche a compressione. In relazione all'ingente volume della struttura, l'attenzione si è poi orientata all'ottimizzazione del mix-design, al fine di ridurre lo sviluppo del calore d'idratazione prodotto dalla reazione esotermica del cemento con l'acqua, che avrebbe potuto originare forti tensioni nella struttura e come conseguenza lo sviluppo di fessurazioni. Grazie ad uno studio

molto accurato il problema è stato risolto impiegando una quantità minore di cemento, una quantità maggiore di cenere volante e una percentuale maggiore di additivo che ha consentito di ottenere prestazioni meccaniche a 28 giorni pari a 36 N/mm², nonostante la notevole riduzione del quantitativo di cemento.

Per il confinamento della struttura sono stati usati casseri in legno trattati con disarimanti Addiment applicati a spruzzo. A lavoro ultimato le superfici orizzontali del getto sono state trattate con il prodotto antievaporante Addiment NB 1, specifico per la protezione del calcestruzzo dal rapido essiccamento, onde evitare la formazione di fessurazioni o polverosità.

Il blocco-fondazione del nuovo mulino della cementeria di Barletta è un esempio importante e rappresentativo delle proprietà eccezionali del *Self-Compacting Concrete* e dei vantaggi ottenibili attraverso il suo impiego in termini di qualità della struttura, durabilità, semplificazione e velocizzazione delle procedure di cantiere nonché dei risparmi di manodopera e delle migliori condizioni lavorative rispetto alla realizzazione dello stesso lavoro con un calcestruzzo tradizionale, peraltro quasi impossibile da mettere in opera vista l'elevata densità di armatura.

Self-Compacting Concrete (SCC) is a new concrete mix that compacts by its own weight and fills completely even very narrow forms with a high-density reinforcement, with no need for compaction by vibrations and no risk of segregation nor bleeding. SCC concrete differs from a conventional concrete for its excellent homogeneity, great fluidity, high deformability and long workability times. These features assure many benefits, like:

- Lower costs for the concrete use and application, namely for prefabs
- Reduced placing time
- Reduced environmental impact and better labor protection (reduction of noise level)
- Better guarantee about the durability of the work done, since it does not depend any more from the quantity and quality of the vibrations and from the labor skill
- Less risks resulting from wrong vibration of the concrete, such as segregation, bleeding, etc.
- Easier construction of complex architectural and structural elements with very narrow forms and/or closely-spaced rebars

- *Excellent as-cast finish effect.*
The characteristics of the self-compacting concrete are achieved by designing a proper mix that, compared to the standard mix, features a different mortar/aggregate rate and the use of new generation, super-plasticizer, highly dispersant admixtures that give the mix the right fluidity. The larger amount of mortar requires the use of a high quantity of powders (at least 500-600 kg/m³), being either cement or mineral admixtures - both hydraulically active (i.e. fly ashes) and/or hydraulically inactive (i.e. limestone) -

that can keep viscosity under control and decrease segregation. The goal is to keep the larger coarse aggregates (16-20 mm in diameter) "in suspension", preventing them from sinking to the bottom of the forms during pouring. Studies on this kind of concrete started in Japan in 1980s; the first fluid, vibration-free concrete - whose compaction was achieved by the fluidity and cohesion of the mix - was placed in Hong

Vista della cassetta e particolare dei ferri di armatura

View of the form and detail of the re-bars



Foto / Picture by Calvaresi

IL MIX-DESIGN IMPIEGATO PER LA REALIZZAZIONE DEL BASAMENTO THE MIX-DESIGN USED FOR THE FOUNDATIONS PIER

	Prima ricetta <i>First mix</i>	Ricetta definitiva (a basso calore di idratazione) <i>Final mix (low heat of hydration)</i>
Materiale / Materials	kg/m ³	kg/m ³
Cemento II/A-L 32,5 Stabilim. di Barletta <i>II/A-L 32,5 Buzzi Unicem Cement from Barletta plant</i>	350	265
Cenere volante <i>Fly ashes</i>	180	200
Sabbia calcarea 0/8 <i>Limestone sand 0/8</i>	840	970
Pietrischetto 8/15 <i>Fine crushed aggregate 8/15</i>	687	700
Acqua <i>Water</i>	203	190
ADDIMENT COMPACTCRETE 39/P	1,5% <small>(sul legante, cemento + cenere) (on the bonding compound, cement + fly ashes)</small>	1,8% <small>(sul legante, cemento + cenere) (on the bonding compound, cement + fly ashes)</small>

Kong in 1984. Self-Compacting Concrete - usually credited to Professor Okamura - has been produced and used in Japan and Canada since 1988; here it was used for the construction of important and complex works, such as bridges, gas tanks, earthquake-proof buildings, etc. It was introduced in Europe (France and Sweden) in 1996, but in Italy it has been used only in a few works.

Barletta pier

Last February, in the Unimed cement plant in Barletta (Italy), the foundation-block for the installation of the new Horomill has been built by using self-compacting concrete. It is a 4-meter-high, monolithic structure of about 500 m³, sitting on springs/dampers and characterized by a thick network of rebars.

The project plans by BCV Progetti, required a pouring of Rck 35 concrete, as much compact and consistent as possible, and a non-stop placing in order to avoid cold joints that could result in cracks due to the high dynamic stress caused by the mill.

It was clear that a proper vibration operation, in order to get a homogenous and segregation-resistant pier, would have been a problem, due to the large size of the pier, the high concentration of rebars and the need for a monolithic piece: self-compacting concrete solved all these problems.

Thanks to its high fluidity and flowability, the self-compacting concrete was pumped from only two discharge points, placed 4 meters from the bottom of the form, with an



Blocco del mulino: superfici scasserate
Surface of the mill pier after the forms have been removed

operating radius of about 7 meters. It took less than 16 hours to complete the pier, with no external energy whatsoever.

Addiment Italia contributed to the building of the mill pier - in cooperation with the Guidonia Research Center and Unical concrete plant in Barletta - by designing the mix of the self-compacting concrete that was added with the superplasticizer (flowability) Addiment Compactcrete 39/P. Addiment Compactcrete is a complete line of new-generation, super flowability admixtures of the family of the polycarboxylic ethers.

The first formula developed in the lab of Addiment Italia in Medolago (Bergamo - Italy) was intended for a one-hour-workability concrete that would guarantee a compressive strength at 28 days exceeding 45 Mpa.

This formula has been tested on the construction site by building a wall with forms

and confirmed the properties of the fresh concrete and its compressive strength. Because of the large size of the structure, we focused on the optimization of the mix-design in order to lower the heat of hydration of the exothermic reaction of cement with water, which could cause strong stress in the structure leading then to cracks. Thanks to an accurate design, the problem has been overcome by using less cement, more flying ashes and a higher percentage of admixtures, which allowed to get mechanical performances at 28 days equal to 36 N/mm², in spite of the significant reduction of the cement quantity.

The formworks consisted in wooden forms treated with sprayed-on Addiment release agent. At the completion of the work, the horizontal surfaces were treated with Addiment NB 1, a specific anti-evaporation product to protect the concrete from a much too quick loss of moisture, which could result in cracking or dusting. The foundation pier of the new mill of Barletta cement plant is an important and meaningful example of the outstanding properties of Self-Compacting Concrete. The use of this product will lead to a clear improvement in terms of structure quality, durability, simplification and speeding up of the procedures on the construction site, reduction of labor costs and better work conditions compared to the same work carried out with a conventional concrete, which, anyway, could be almost impossible to accomplish due to the high density of the rebar network.

