

Buzzi Unicem nel cuore dell'Africa

Una diga da consolidare

MAURO GANORA*

In Costa d'Avorio, a 450 km ad ovest da Abidjan, fu costruita, alla fine degli anni '70, la struttura idraulica di Buyo, con un bacino di 8,4 miliardi di m³ d'acqua e tre turbine da 55 MW di potenza. Lo sbarramento fu realizzato con un argine in terra lungo 2.612 m che necessita di un importante intervento di manutenzione. Il primo tratto di 400 m è stato impermeabilizzato con un diaframma plastico eseguito dall'impresa Trevi Spa, che per la sua costruzione ha utilizzato 3.700 t di Solidur[®] 274 Speciale, prodotto nello stabilimento di Settimello (FI)

Il premiscelato Solidur[®] nato e sviluppato da Dyckerhoff in Germania e oggi anche confezionato presso lo stabilimento Buzzi Unicem di Settimello (FI), ha varcato i confini italiani, con destinazione Costa d'Avorio. Il contratto con la Trevi Spa, stipulato a metà maggio del 2009, riguardava la fornitura di 2.500 t di prodotto. La prima spedizione di 800 big bag era fissata entro la fine di giugno e la consegna di tutto il materiale entro l'inizio del

mezzo di agosto dello stesso anno. In questi tempi veramente stretti, è stata verificata la fattibilità di confezionare il prodotto in big bag a Settimello sfruttando l'impianto mobile automatizzato di Trino. L'attrezzatura è stata trasferita tramite trasporto eccezionale, sono stati ordinati big bag speciali idonei al trasporto via nave con misure specifiche (calcolate in relazione all'impianto utilizzato e alla massa volumica apparente del prodotto)

Operazione di scavo e costruzione del diaframma plastico



*BUZZI UNICEM SPA,
SVILUPPO E ASSISTENZA PRODOTTI SPECIALI



Preparazione in cantiere della miscela plastica auto-indurente Solidur®

e capacità di carico da 1 tonnellata, ed è stata eseguita una pre-qualifica particolare in laboratorio cercando di simulare le condizioni ambientali del cantiere africano portando tutti i materiali (compresa l'acqua proveniente dal sito) alle temperature medie registrate in loco. L'impresa cliente ha richiesto ulteriori 1.200 t di prodotto, consegnate nel mese di ottobre 2009, necessarie per ampliare l'area di intervento di messa in sicurezza dell'argine, operazione terminata ad inizio 2010. È stato un lavoro particolarmente interessante oltre che una "scommessa vinta" grazie alla buona volontà e al know how delle persone e aziende coinvolte. Si è così realizzato il primo intervento di impermeabilizzazione della diga situata in una zona dell'Africa difficilmente raggiungibile.

Il bacino idrico di Buyo

I lavori di costruzione della struttura idraulica di Buyo iniziarono nel 1976; il 12 marzo 1980 la diga, che intercetta il fiume Sassandra a 450 km ad ovest da Abidjan, venne posta in esercizio, mentre le opere

accessorie di finitura terminarono nel 1981.

Con il suo bacino di 8,4 miliardi di m³ e tre turbine da 55 MW, l'impianto della società EDF (ENEL Francese) rappresenta una risorsa molto importante per la Costa d'Avorio, sia come riserva idrica sia

per la produzione di energia elettrica, raggiungendo una produzione annua di 900 GWh pari al 27% della produzione idroelettrica complessiva del paese.

L'opera principale di ritenuta è costituita da una diga della lunghezza di 2.612 m realizzata in terra zonata con un nucleo centrale impermeabile in argilla per laterizi, rinfianchi a monte e a valle in argilla limosa (pendenza 2,5/1) e un dispositivo di drenaggio a valle costituito da bretelle, una trincea e 65 pozzi drenanti che scaricano in un canale di scolo cementificato costruito al piede di valle della diga.

Il nucleo impermeabile poggia su una formazione di laterite sabbiosa a bassa permeabilità. All'epoca della costruzione della diga non è stato eseguito alcuno schermo profondo di impermeabilizzazione al di sotto della fondazione.

Causa dei problemi e soluzione adottata

A valle della diga principale, recentemente, si sono manifestate delle fuoriuscite d'acqua, comunemente denominate "fontanazzi", concentrate su un tratto di 400 m sulla riva destra. A seguito di questo fenomeno, la società EDF, proprietaria

Messa a punto dell'impianto automatizzato "riempi big bag" presso lo stabilimento di Settimello



ria dell'impianto, ha attuato delle misure preventive di sicurezza, decidendo di mantenere l'altezza del bacino 3 m al di sotto del livello massimo d'esercizio oltre ad intraprendere una ricognizione dell'opera. Dal piano di caratterizzazione geotecnica del sito è emerso che la causa dei fontanazzi è riconducibile alla presenza di uno strato di scisti altamente decomposti ed alterati presente nella zona sottostante alla fondazione.

Al fine di intercettare ed ostruire le infiltrazioni d'acqua, è stata prevista la realizzazione di una paratia plastica impermeabile in miscela auto-indurente Solidur® con spessore di 0,80 m e profondità variabile di circa 20 m, da realizzare partendo dalla sommità dell'argine costituente la diga di sbarramento. In data 14 luglio 2009 sono iniziati i lavori, affidati alla filiale ivoriana di Trevi Spa.

Studi preliminari della miscela autoindurente

L'urgenza dei lavori, l'esigenza di ridurre



Stoccaggio del premiscelato Solidur® presso il cantiere di Buyo

i tempi di lavorazione in cantiere e di definizione della composizione della miscela acqua-bentonite-cemento e l'irreperibilità in loco di bentonite di buona qualità hanno determinato l'impiego di un prodotto

pronto all'uso di importazione estera. A tal fine è stato scelto Solidur®, prodotto premiscelato pronto per l'impiego composto da leganti minerali cementizi, componenti argillosi e bentonitici oltre ad ag-

La diga di Buyo



giunte speciali, che in cantiere richiede soltanto l'aggiunta d'acqua e l'utilizzo di adeguati turbo-miscelatori per il confezionamento della miscela plastica autoindurente.

Il rapporto prodotto/acqua da impiegare in situ è stato oggetto di una serie di prove preliminari di laboratorio finalizzate al raggiungimento del migliore compromesso fra:

- le caratteristiche finali della paratia e quelle richieste dalle specifiche del progetto
- i tempi necessari per lo scavo dei pannelli della paratia
- la necessità d'intervenire con l'acqua del bacino al livello massimo ammissibile (quota +197,00 m s.l.m., rispetto a +185,00 m di quota del fondo diga).

Il diaframma è stato realizzato tramite la sequenza di pannelli primari (o "di apertura") e secondari (o "di chiusura") sca-

vato con sistema semi-kelly dotato di benna mordente idraulica 800 x 2.500 mm.

Controlli prestazionali sulla miscela

Durante l'esecuzione dei lavori, la qualità della miscela auto-indurente Solidur® è stata controllata sistematicamente presso il laboratorio di cantiere.

I parametri soggetti a controlli sono stati:

- la densità della sospensione plastica
- la viscosità Marsh
- la decantazione dopo 1, 2, 4, 8 e 24 ore
- il tempo di inizio presa
- la temperatura della miscela (è stata utilizzata l'acqua del bacino idrico)

Le caratteristiche della miscela indurita sono state verificate a 90 giorni mediante prove di laboratorio, registrando i seguenti

valori:

- peso specifico (γ): $\approx 1,24 \text{ g/cm}^3$
- resistenza alla compressione (R_c): $813 \div 862 \text{ kPa}$
- modulo elastico (E_{50}): $109 \div 144 \text{ MPa}$
- deformazione a rottura (ϵ): $\approx 1\%$
- coefficiente di permeabilità (k): $< 10 \text{ E-}9 \text{ m/s}$ (richiesta progettuale $K < 10 \text{ E-}8 \text{ m/s}$).

Su richiesta della direzione lavori, la continuità della paratia è stata verificata tramite 7 carotaggi in corrispondenza delle zone di sovrapposizione dei pannelli, e il diaframma è risultato perfettamente omogeneo. La superficie netta realizzata di paratia impermeabile corrisponde a 6.996 m^2 .

Durante l'esecuzione dei lavori, tutte le fuoriuscite d'acqua a valle della diga si sono gradatamente arrestate. ■