

Un super bacino per il Missouri *Missouri's Superbowl*

Jeff McKnight,
Buzzi Unicem USA, Inc.

Direttore Regionale Vendite
Regional Sales Manager

La ricostruzione del bacino superiore dell'impianto idroelettrico di Taum Sauk è uno dei progetti più importanti di questo tipo nel Nord America. Il ripristino ha richiesto l'impiego di circa 2.300.000 m³ di calcestruzzo RCC (Roller-Compacted Concrete – calcestruzzo compattato con rullo). Il bacino, originariamente realizzato in pietrame, nel 2005 ha subito un cedimento, con la conseguente fuoriuscita di oltre 3,7 miliardi di litri d'acqua e la formazione di un'onda di circa sei metri lungo il fianco della Proffit Mountain. Oggi la nuova e mirabile opera idraulica, situata nella pittoresca cornice delle Ozark Mountains in Missouri, sta per entrare in funzione.

Fotografie su gentile concessione di AmerenUE e Ozark Constructors.

The Taum Sauk upper reservoir rebuild is the largest structure of its type in North America, consuming nearly 3 million cubic yards of roller compacted concrete. Back in 2005, the original rock-fill reservoir breached, releasing over a billion gallons of water and sending a 20 foot high crest of water down Proffit Mountain. Today, the new upper reservoir is nearing commercial operation and showcases a remarkable reconstruction effort in the picturesque Ozark Mountains of Missouri.

Photos courtesy of AmerenUE and Ozark Constructors

L'impianto idroelettrico ad accumulazione forzata della AmerenUE di Taum Sauk, con una potenza di 450 megawatt, si trova 180 km a sud-ovest di St. Louis nel Missouri. Costruito nel 1963, fu progettato come semplice stazione di pompaggio, in assenza di una sorgente naturale d'acqua



con cui riempire il bacino superiore. I generatori producevano l'energia elettrica con l'acqua proveniente dall'alto, pompata dalla sommità della Proffit Mountain - a circa 480 metri di distanza - al bacino inferiore del Black River. L'elevato consumo energetico richiesto per il pompaggio dell'acqua al bacino superiore era bilanciato con riempimento durante la notte, quando il sistema produceva energia elettrica in eccesso, poi l'acqua veniva scaricata a valle, per soddisfare il fabbisogno di corrente nei periodi di massima richiesta.

Con il cedimento verificatosi la mattina del 14 dicembre 2005 - rottura di una sezione triangolare dell'angolo nord-occidentale della parete del bacino superiore - in meno di quindici minuti una massa d'acqua di oltre 3,7 miliardi di litri ha spazzato via la foresta sulle pendici del monte, allagando l'adiacente parco statale. L'impianto di Taum Sauk fu quindi chiuso a tempo indeterminato.

Dopo il disastro, la AmerenUE ha assegnato alla ditta Paul C. Rizzo Associates, Inc. (Rizzo) il compito di esaminare la struttura, per provvedere al ripristino dell'impianto. L'impossibilità di recuperare la parete esistente ha reso necessaria la ricostruzione del bacino superiore.

Il primo contatto tra la ditta Rizzo e l'ufficio vendite di Buzzi Unicem USA ha avuto luogo nell'ottobre del 2006. Considerata la portata del progetto, la Rizzo ha contattato numerose aziende produttrici di calcestruzzo, potenzialmente in grado di rispettare

Agosto 2009: l'impianto di Taum Sauk è situato in prossimità di Lesterville, nella regione sud-orientale del Missouri

August 2009: the Taum Sauk Plant is located near Lesterville in Southeastern Missouri

una tabella di marcia dai ritmi estremamente sostenuti e, una volta ottenuto l'incarico, ha avviato la ricerca di un'impresa edile qualificata. Tra i vari progetti presentati, la ditta Rizzo ha scelto una moderna diga simmetrica in calcestruzzo RCC.

Il processo di selezione dell'impresa edile si è protratto per alcune settimane e si è concluso con l'assegnazione dell'appalto alla Ozark Constructors, una joint venture tra la Fred Weber Inc., con sede nel Missouri, e la ASI Constructors del Colorado, appositamente costituita per garantire il completamento del progetto. Il reparto vendite di Buzzi Unicem USA ha organizzato diversi incontri con i rappresentanti di AmerenUE e Ozark Constructors, per discutere gli aspetti relativi alla fornitura, alla logistica, alla garanzia dei servizi, ai requisiti di qualità, alla sicurezza e per impostare i primi piani di lavoro. Dopo alcuni mesi di trattative Buzzi Unicem USA ha ottenuto il contratto per la fornitura di cemento per l'intero progetto.

Nell'agosto del 2007 l'impianto di Festus, Missouri, ha effettuato la prima fornitura di cemento di tipo I, ai fini della regolazione dell'impianto e delle prove in situ. La rea-



Red-E-Mix Transportation consegna un carico di cemento ai due impianti di RCC all'interno del bacino

Red-E-Mix Transportation discharges a load of cement at the 2 RCC plants inside the "bowl"

comportato il posizionamento di pompe a immersione, montate su chiatte, nel bacino inferiore e l'installazione di una condotta dell'acqua da 25 cm per una lunghezza di oltre un chilometro e mezzo. Il pompaggio dell'acqua nel serbatoio da 2.800.000 litri, posto sulla montagna per il rifornimento di tutti gli impianti, ha richiesto l'impiego in serie di pompe di sovralimentazione ad alta capacità.

La parete del bacino, a forma di fagiolo, è stata segmentata in nove blocchi e costruita scavando e frantumando l'esistente diga in criolite. E' stata riparata la fondazione di base, eseguendo le gettate di RCC e calcestruzzo convenzionale in casseforme in prossimità della sede originaria del bacino. Tutto l'aggregato utilizzato per l'RCC è stato ricavato dalla struttura precedente e frantumato in loco.

Il sistema di frantumazione dell'aggregato, con una portata di 1.400 t l'ora, e due impianti di produzione di RCC sono stati installati all'interno del bacino; un terzo impianto per RCC e un'ulteriore struttura per il calcestruzzo convenzionale, disposti all'esterno. In fase di progetto, i 4 impianti hanno prodotto calcestruzzo per 20 ore al giorno, 7 giorni la settimana. Sebbene la produzione giornaliera media di RCC, fosse di 7.500 / 9.000 m³, nelle giornate di massima richiesta si sono anche raggiunti i 13.000 m³. Un quarto impianto di RCC è stato realizzato all'esterno del bacino nell'estate del 2009, per compensare la smobilitazione di quello interno, imposta dal rapido e progressivo completamento della struttura. Molte delle attrezzature iniziavano infatti a essere troppo grandi per poter passare attraverso l'apertura sul fondo e rischiavano di rimanere intrappolate nel bacino. Il blocco finale è stato ultimato nel novembre del 2009, a soli due anni di distanza dalla prima fornitura di calcestruzzo.

Il nuovo bacino, lungo circa due chilometri, alto 30 metri e con una larghezza alla base

Grandi sistemi di trasporto portatili consentono il getto di ingenti quantità di RCC

Portable extensive conveying systems were erected to aid in high volume RCC placement

lizzazione di una sezione di prova di RCC su scala ridotta ha permesso di valutare i dosaggi della miscela, i trattamenti dei giunti di ripresa, la forma e il getto del rivestimento in calcestruzzo convenzionale, i giunti di controllo e i metodi del contraente per l'applicazione e il compattamento dell'RCC. La sezione di prova è stata approvata nel settembre 2007 e i lavori sono iniziati il mese successivo.

La realizzazione dell'opera, per la natura stessa della struttura, ha richiesto il superamento di numerosi ostacoli a livello di progettazione e costruzione, quali ad esempio: anomalie geologiche, posizionamento in successione dei blocchi, misure antisismiche, operazioni di frantumazione e varie necessità tecniche dell'impianto di calcestruzzo, logistica dei materiali di trasporto, condizioni atmosferiche avverse, fornitura di grandi quantità di materiali nonché disponibilità della manodopera. Durante la fase di realizzazione vera e propria è stato

necessario demolire e ricostruire un bacino nello stesso sito e con le stesse dimensioni del precedente... ovviamente sulla cima di una montagna. Il progetto ha inoltre richiesto la creazione di aree destinate alla produzione del calcestruzzo e alla frantumazione degli aggregati, in grado di ospitare anche depositi, uffici, officine meccaniche, parcheggi per 600 dipendenti e altre attività complementari. A tal fine, le operazioni di perforazione, condotte anche con l'ausilio di esplosivi, e di riempimento hanno permesso di ricavare ulteriori 140.000 m² di superficie utile.

Un'altra sfida era l'approvvigionamento idrico. Con un ritmo di produzione massimo di calcestruzzo vicino agli 800 m³ all'ora, la squadra ha dovuto realizzare un sistema idraulico capace di fornire circa 3.000 litri d'acqua al minuto, da una sorgente situata a un chilometro e mezzo di distanza, con un dislivello di oltre 240 metri rispetto alla collocazione del bacino. Il sistema ha



La larghezza della parete del bacino varia da 45 metri alla base a 7,5 sulla sommità.

The reservoir wall width varies from 150 feet at its base to 25 feet at its crest

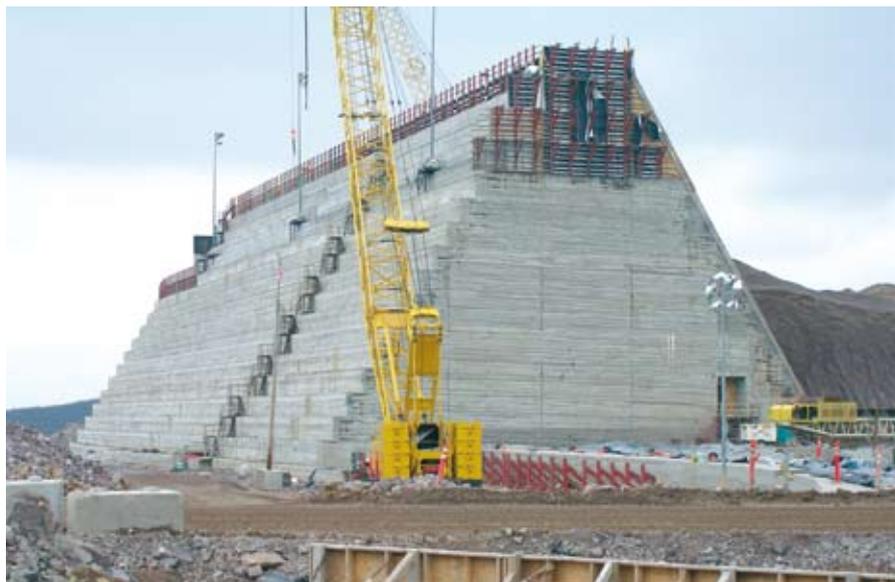
di 45 metri, occupa 162.000 m² sulla sommità della Proffit Mountain, con una capacità di 5,67 miliardi di litri d'acqua.

La ricostruzione ha richiesto circa 2.300.000 m³ di RCC e 286.000 m³ di calcestruzzo convenzionale, pari a 210.000 t di cemento Portland.

Il numero delle consegne di cemento di tipo I, prodotto a Festus, Missouri, ha raggiunto quota 7.900, con una frequenza massima di 50 carichi al giorno. È stato possibile rispettare una tabella di marcia dai ritmi tanto sostenuti solo grazie alla disponibilità della flotta di autocisterne pneumatiche della Red-E-Mix Transportation LLC, di proprietà della Buzzi Unicem USA.

La scelta e l'uso dell'RCC, così come l'esperienza e la collaborazione di tutte le parti coinvolte, hanno permesso di restituire il bacino idrico alla più grande azienda produttrice di energia elettrica del Missouri, in tempi rapidi e con un effettivo risparmio rispetto all'impiego di metodi più convenzionali. L'entrata in funzione dell'impianto della AmerenUE di Taum Sauk è prevista per questa estate.

AmerenUE's Taum Sauk Plant, located 110 miles southwest of St. Louis, Missouri, is a 450 megawatt pumped-storage hydroelectric facility. Built in 1963, the Taum Sauk plant was designed as a pure pump-back operation, meaning that there was no pri-



mary natural water flow to the upper holding reservoir. Generators produced electricity as a result of water flowing from the upper reservoir, which was pumped atop the remote 1,590 foot Proffit Mountain, to the lower reservoir on the Black River. Although electricity was consumed pumping water up the mountain, sustained operational feasibility resulted from filling the reservoir at night when the electrical generation system was running at excess capacity. The water was then stored and released during peak demand time periods to generate power. On the morning of December 14, 2005, a catastrophic failure occurred. A triangular section on the NW corner of the rock-fill concrete lined upper reservoir wall breached. This resulted in the uncontrolled discharge of over one billion gallons of water in less than 15 minutes and the subsequent deformation of dense forest and flooding of an

adjacent state park. Unable to operate, the Taum Sauk Plant was closed indefinitely.

After the breach, AmerenUE hired Paul C. Rizzo Associates, Inc. (Rizzo) to evaluate the structure and assist in getting the plant back on line. It was determined that repair of the existing wall was not technically feasible and that reopening the plant required a complete rebuild of the upper reservoir.

Rizzo and Buzzi Unicem USA's sales personnel made first contact in October of 2006. Concerned that a project of this magnitude could require more than one cement source, Rizzo began interviewing cement companies that could possibly supply the project over a very stringent and demanding construction schedule. Rizzo, who was now awarded construction manager and engineer of record, was also in the process of seeking a qualified construction team. Although Rizzo evaluated several alternates for a re-build, they selected a modern concrete faced symmetrical Roller Compacted Concrete (RCC) dam.

After reviewing contractor proposals for several weeks, Rizzo selected Ozark Constructors as the general contractor. This joint-venture, between Missouri based Fred Weber, Inc.

Charlie Fronick della AmerenUE (al centro) inserisce informazioni sul progetto in una capsula del tempo che è stata interrata nel bacino durante la cerimonia del completamento della sommità il 13 novembre 2009. Tra i presenti anche: Kevin Delo della Ozark Constructors (a sinistra) e Lafe Shaw della Rizzo (a destra)

Charlie Fronick, AmerenUE (center) places project information in a time capsule to be imbedded in the reservoir during the crest top-off ceremony on November 13, 2009. Also pictured: Kevin Delo of Ozark Constructors (left) and Lafe Shaw of Rizzo (right)





and Colorado based ASI Constructors, was formed for the sole purpose of securing and completing this project. Buzzi Unicem USA's sales group continued their marketing efforts, which now included meetings with officials from AmerenUE and Ozark Constructors. Discussions centered upon capacity to supply, logistics, service guarantees, quality requirements, safety, and tentative schedules. After several months of meetings, Buzzi Unicem USA was awarded the cement supply contract for the entire project. In August 2007, the first load of Festus, MO produced Type I cement was delivered to the site for plant calibration and on-site trials. A reduced scale RCC test section was constructed to evaluate mix proportions, treatments at lift joints, forming for and placement of conventional concrete facing, control joints, and contractor methods of

placing and compacting the RCC. The test section was approved in September 2007 and RCC construction began the following month. Several design and construction challenges were as unique as the structure itself. Geological anomalies, monolith sequencing, stringent seismic design, extensive crushing and concrete plant engineering needs, conveying material logistics, inclement weather, sustained material deliveries, and available labor force were only a few obstacles to overcome. In regard to working area, the team was tasked with demolishing and rebuilding a reservoir of the same location and size as the original structure...and not to mention on top of a mountain. Concrete plant and aggregate crushing areas, warehouses, office space, mechanic shops, parking for 600 employees, and other general lay-down areas needed to be provided for. As a result, extensive drill/blast

excavation and fill activities were performed at all available locations to squeeze out an additional 35 acres of working area. Water supply was another challenge. With expected peak demand concrete production rates approaching 1,000 cubic yards per hour, the team was faced with engineering a water system capable of providing 800 gallons of water per minute from a source one mile away and 800 feet below elevation of the upper reservoir. Barge mounted submersible pumps were floated into the lower reservoir and over one mile of 10 inch water line was installed. Several in-line high capacity booster pumps were added to propel water up the mountain to a 750,000 gallon holding tank designed to supply all necessary facilities. The kidney-shaped reservoir wall was segmented into nine monoliths. It was constructed by excavating and crushing



the existing rhyolite rock-fill dam, repairing the base foundation, and placing RCC and formed conventional concrete back into the proximity of the original footprint of the reservoir. All aggregate used in the RCC was recycled from the original structure and crushed on-site.

The 1,400 ton/hour aggregate crushing operation and two RCC plants were erected inside the "bowl", while the conventional concrete plant and third RCC plant were located outside the "bowl". At various times, these 4 plants supplied concrete 20 hours per day, 7 days per week. Although typical average daily production rates were in the range of 10,000 to 12,000 cubic yards of RCC, peak production days required quantities approaching 17,000 cubic yards. A fourth RCC plant was erected outside the "bowl" in the summer of 2009 to compensate for

interior "bowl" plant demobilization as the structure was rapidly nearing completion. A considerable amount of the equipment inside the "bowl" was too large to fit through the reservoir floor access port and had to be moved quickly to avoid becoming a permanent resident inside the reservoir. The final monolith was topped off in November 2009; just over two years after the initial concrete supply began.

The new reservoir is 6,700 ft. in length, 100 ft. tall, and 150 ft. in base width. The reservoir "bowl" occupies 40 acres on the leveled Profit Mountain and has a capacity of 1.5 billion gallons of water. In all, 2,800,000 cubic yards of RCC and 375,000 cubic yards of conventional concrete were used in the rebuild. This equated to 210,000 tons of Portland cement. Over 7,900 loads of Festus, MO Type I cement were delivered

Marzo 2010: esecuzione del programma di riempimento e collaudo

March 2010: The refill and test program in process

by truck, with peak demand requiring over 50 loads/day. It would not have been possible to meet this demanding schedule without the accessibility and service of Buzzi Unicem USA's fleet of pneumatic tankers, Red-E-Mix Transportation LLC.

The selection and use of RCC, as well as the expertise and service of all involved, has resulted in providing Missouri's largest electrical utility company with a cost effective and expeditious rebuild of their reservoir compared to more conventional methods. AmerenUE's Taum Sauk facility is scheduled to be back on line this summer.

