

THE ITALIAN MAGAZINE FOR VERTICAL AND HORIZONTAL DRILLING, SPECIAL FOUNDATIONS, GROUND ENGINEERING, WELL DRILLING, ENVIRONMENTAL DRILLING, TUNNELLING, QUARRYING AND MINING

Anno 8 - Febbraio/Aprile 2022

Perforare®

Fondazioni | Perforazione Pozzi | Gallerie | Geotecnica | Industria Estrattiva-Mineraria



casagrande

casagrandegroup.com

La Rivista "Perforare" è edita da Mesolapini & Associati s.p.a. di Genova



Dopo l'Uragano

L'impresa ultimata 10 anni fa, che coinvolse la filiale italiana del gruppo di Cesena nel rinforzo degli argini di New Orleans, viene ricordata in un report che sottolinea ancora una volta l'eccellenza operativa e tecnologica italiana

Forse una notizia di cronaca americana, nel bailamme del flusso informativo legato all'evolversi della pandemia da Covid-19, è andata persa ingiustamente nel settembre scorso. Il Governatore della Louisiana, allora, tramite la rete della CNN, affermò trionfalmente che il sistema di argini a difesa della città di New Orleans aveva resistito all'impatto dell'uragano IDA, uno dei più violenti degli ultimi anni. Non fu la stessa cosa nel 2005, quando l'uragano Katrina portò a un'immane tragedia che costrinse il governo degli Stati Uniti a intervenire

con un programma specifico per rafforzare il sistema di argini a difesa della città. Il programma fu gestito dal Corpo degli ingegneri dell'esercito degli Stati Uniti, in particolare dall'Ufficio per la protezione dagli uragani e ha comportato lavori su diverse sezioni del sistema degli argini. Tra tutti i progetti, Treviicos, la filiale americana di Trevi, fu responsabile dei lavori geotecnici presso l'LPV 111 New Orleans East Back Levee, una delle imprese più cruciali in quel momento, per la portata, le implicazioni ambientali, le sfide tecniche e i vincoli logistici. L'e-

stensione dell'argine LPV 111 oggi è di circa 8,5 km. Durante i lavori, fu stata ripristinata l'altezza originaria dell'argine (5,91 m) ma il nuovo progetto, volto a elevare ulteriormente l'altezza, fu implementato costruendo un "pettine" di pareti a taglio trasversale perpendicolari all'allineamento dell'argine. La tecnica di miscelazione del suolo profondo assistita da getto, a singolo e doppio asse, è stata utilizzata per il miglioramento del suolo presso LPV 111. Il progetto, con oltre 1,3 milioni di metri cubi di suolo stabilizzato, è ancora oggi uno dei più grandi progetti



di miscelazione del suolo profondo negli Stati Uniti, se non nel mondo intero. Riportiamo, di seguito, il mirabile report che fu scritto allora dal quartiere generale Trevi di Cesena, l'indomani della conclusione dei lavori.

Un argine per ricominciare

Katrina fu un mostro che si abbatté sulle coste della Louisiana dal primo mattino del 29 agosto 2005, con le conseguenze più tragiche e per certi versi irreversibili sulla città di New Orleans. Causò oltre 800.000 evacuati e sfollati, 1.482 morti e oltre 91 miliardi di dollari di danni. Contrariamente a quanto spesso indicato dai media, in realtà la devastazione non fu interamente provocata da una natura imprevedibile (anche se, ad oggi, Katrina rimane uno dei cinque uragani con maggior potenza mai registrati negli Stati Uniti), ma, piuttosto, dalla mancanza di tenuta del sistema di dighe, canali e argini costruiti a protezione dell'intera area di New Orleans, nel corso dei decenni. A causa dell'eccezionale intensità dell'uragano, le varie strutture cedettero in ben 53 punti, creando le condizioni per l'allaga-



mento dell'80% dell'area metropolitana. Dopo i primi interventi di emergenza, l'Army Corps of Engineers del distretto di New Orleans, attraverso l'unità speciale Hurricane Protection Office, ha messo a punto un piano (il New Orleans Hurricane Protection System) articolato in un'ampia serie di interventi e mirato a migliorare il sistema di protezione a dife-

sa della città, armonizzando e rendendo più efficaci tutte le infrastrutture oggetto degli interventi di manutenzione, riparazione e ricostruzione.

Nel quadro generale dei lavori, particolare rilievo occupa l'argine LPV 111, situato a New Orleans Est. L'opera si estende per 8,5 km tra il canale GIWW (Gulf Intercoastal Winter Way) e lo scalo ferroviario

Logistica e attrezzature

Vista l'estensione del cantiere e i tempi di consegna dell'opera, Treviicos utilizzerà otto macchine, sette impianti di betonaggio e oltre 150 addetti. La contemporaneità delle diverse lavorazioni (miscelazione e innalzamento dell'argine, mano a mano che si ultimavano i vari contrafforti) rendevano la logistica del sito particolarmente complessa. Si ottenne un'unica viabilità, ricavata nel rilevato e larga poco più di 6 m, disponibile per gli oltre 120 mezzi d'opera che ogni giorno trasportavano l'argilla necessaria all'innalzamento dell'argine, e per tutti gli altri veicoli di servizio adibiti al trasporto di uomini, attrezzature e materiali. Il lavoro, inoltre, era organizzato a ciclo continuo, 24 re su 24 per sei giorni alla settimana e richiedeva particolare attenzione riguardo alla sicurezza, assicurata da una pianificazione vasta e dettagliata di tutte le operazioni.

Come abbiamo già sottolineato, le attrezzature Soilmec svolsero un ruolo fondamentale nel cantiere di New Orleans. Le perforatrici SR-90 si confermarono come macchine in grado di garantire alti livelli produttivi e qualitativi - allestite in versione TJ (Twin Turbo Jet) e dotate di una unità ausiliare per consentire la realizzazione di due colonne di terreno miscelato alla volta. Le SR-90, nella versione TJ, sono dotate di due aste e di due attrezzi di perforazione e iniezione, azionati da due rotary RD 330 che garantiscono una coppia (momento torcente) di 333a kNm. Le SR-90 comprendono nella dotazione un sistema di controllo sulle pompe che permette di verificarne l'effettivo funzionamento in termini di portata e quantità di materiale che affluisce agli attrezzi. Ma le SR-90 assicurano anche il corretto posizionamento delle colonne, grazie al sistema DMS (Drilling Mate System) che, oltre a offrire il monitoraggio completo di tutte le funzioni vitali della macchina, permette altresì di controllare l'eventuale deviazione assiale rispetto ai parametri impostati con la funzione DPS (Drilling Positioning System). Quest'ultimo dispositivo è di fondamentale importanza per garantire la qualità degli elementi e la loro coerenza con i parametri espressi dal capitolato.

CSX, correndo parallela a una zona paludosa del lago Borgne, attraversato il quel si accede al mare aperto del Golfo del Messico. L'argine LPV 111 subì ingenti danni durante l'uragano Katrina, riportandone la rottura in più punti.

Dentro il progetto

Il vasto sistema di argini che si estendeva intorno all'area di New Orleans prima di Katrina era caratterizzato da strutture molto eterogenee, in quanto a tecniche costruttive, consistenza e qualità dei materiali impiegati. Come tutti i progetti e le opere già assegnate dall'Army Corps of Engineers, anche l'adeguamento dell'argine LPV 111 è dunque mirato a creare nuovi standard qualitativi e ad armoniz-

zare la capacità di risposta ad eventi atmosferici di eccezionale gravità. Durante i lavori di emergenza che si susseguirono all'impatto dell'uragano, l'argine fu riportato all'altezza originaria di 5,91 m, ma il nuovo progetto prevede un incremento dell'altezza - compresa tra gli 8,5 e i 9,6 m - e soprattutto un sistema di rinforzo strutturale, attraverso la creazione di contrafforti perpendicolari rispetto all'asse dell'opera. Prima di stendere il materiale (argille) necessario per il raggiungimento delle nuove quote, sarà posato del geotessile, allo scopo di evitare scorrimenti fra i volumi riportati e quelli esistenti.

L'US Army Corps of Engineers, committente dell'opera attraverso l'Hurricane Protection Office di New Orleans, mise a punto un appalto con modalità ECI (Early Contractor Involvement). Appalti di

questo tipo implicano il coinvolgimento dell'appaltatore nelle fasi di elaborazione del progetto definitivo, sollecitando l'identificazione di soluzioni che, pur seguendo le impostazioni generali indicate dal committente, siano in grado di migliorarle. Come tutti i più importanti contratti assegnati dal Corps, i criteri di assegnazione hanno inoltre considerato le soluzioni proposte, l'esperienza degli appaltatori, il livello di sicurezza adottato e il numero di incidenti registrati nella storia dell'impresa, nonché la qualità, la quantità e l'adeguatezza del parco mezzi impiegato. Il prezzo è dunque l'ultimo fattore, in ordine di importanza, preso a parametro ai fini dell'assegnazione.

La combinazione di questi diversi, più completi (ma anche più stringenti) criteri di valutazione degli appaltatori, insieme all'applicazione della modalità ECI, ha peraltro dimostrato di portare a migliori risultati sul piano qualitativo, così come a consistenti risparmi nei costi generali delle opere. Seguendo questa articolata modalità di assegnazione, l'opera fu affidata al consorzio Alberici-Archer Western, in alleanza con Treviicos (filiale americana di Trevi Group). Ad Archer Western e Alberici fu assegnato il compito di preparare la viabilità necessaria allo spostamento dei mezzi lungo l'enorme zona accantierata, di reperire e selezionare il materiale necessario per innalzare l'argine alle quote





La miscelazione profonda del terreno

Con la creazione di contrafforti ottenuti con la miscelazione profonda del terreno, si mirava a creare una continuità strutturale lungo tutto lo sviluppo dell'argine, così da evitare cedimenti anche in caso di fenomeni che comportassero un innalzamento delle acque capace di sommergerlo completamente (surf surge). Un'opera così realizzata deve avere caratteristiche che le permettano di resistere ad eventi atmosferici eccezionali, anche catastrofici, per almeno 100 anni. Questo dato non si riferisce tanto alla durabilità in senso assoluto, ma piuttosto al tempo stimato per il ripresentarsi di uragani della dimensione e della forza di Katrina.

di progetto, di provvedere alla sua stesa e compattazione, così come alla realizzazione di tutte le opere in calcestruzzo. Treviicos fu invece responsabile dell'aspetto più propriamente geotecnico dell'opera, e dovette quindi realizzare i contrafforti necessari al rinforzo strutturale, mediante la miscelazione profonda del terreno.

Vista l'entità del lavoro e i tempi ristretti di consegna (l'intervento doveva essere com-

pletato in ogni parte entro il giugno del 2011), Treviicos subappaltò parte del lavoro all'impresa giapponese Fido che in passato si era già distinta per interventi simili in vari paesi asiatici. Con oltre 1.300.000 metri cubi di materiale trattato, la miscelazione profonda del terreno dell'argine LPV 111 risulterà la più grande e importante mai realizzata negli Stati Uniti e tra le maggiori di sempre a livello mondiale.

Dall'estesa campagna di sondaggi effettuati prima dell'inizio dei lavori, risultò che l'argine LPV 111 era caratterizzato da una stratigrafia che comprendeva terra di riporto (Fill), argilla plastica (Fat Clay), sabbia (Sand), limo (Silt) e torba (Peat). Vista la composizione del terreno e le sollecitazioni cui l'argine potrebbe essere sottoposto durante eventi atmosferici



particolarmente intensi, la miscelazione profonda delle terre risultò il miglior sistema per realizzare i contrafforti. Questa tecnica permette infatti la creazione di colonne di materiale consolidato che hanno caratteristiche strutturali con alti valori di resistenza a sforzi di decompressione e di taglio. Nel caso dell'argine LPV 111, gli elementi che formano il contrafforte sono composti da due colonne sovrapposte - realizzate con perforatrici rotary Soil-mec SR-90, dotate di due speciali attrezzi elicoidali che provvedono alla frantumazione meccanica del terreno durante la perforazione e alla sua miscelazione con legante, mediante l'iniezione di una miscela cementizia. Viste le notevoli dimensioni degli elementi 1.600 mm sovrapposte per 200 mm, così da ottenere una larghezza totale di 3.000 mm, con 1,5 m³ di miscela iniettati per ogni metro lineare, le macchine devono garantire una notevole potenza, e giocano dunque un ruolo chiave in termini qualitativi e di produzione. Le perforatrici devono inoltre garantire il controllo geometrico dei vari elementi che - secondo le specifiche di capitolato - non possono deviare per più dello 0,8% sugli assi x e y, rispetto alla loro lunghezza. Gli studi sulla composizione del terreno determinarono inoltre che il mix impiegato per la miscelazione doveva essere composto dal 25% di cemento Portland (fornito, tra l'altro, da un impianto di ce-

menti Buzzi situato nelle vicinanze del cantiere) e dal 75% di loppa di altoforno, con un rapporto acqua/cemento pari a 1:25. Secondo le specifiche di capitolato, a maturazione avvenuta, gli elementi così realizzati devono fornire una resistenza pari a 120 psi (827,37 kilopascal). La miscela è creata in centrali di betonaggio che operano in situ, dotate di speciali miscelatori messi a punto da Trevi. Una volta miscelato, il legante è inviato, attraverso due sistemi di tubazioni separate, alle macchine (una per ogni attrezzatura elicoidale di perforazione), grazie a due pompe Soil-mec ad alta pressione. Nell'arco delle 24 ore di lavoro, ogni centrale di betonaggio garantisce la produzione di sei elementi, ciascuno composto mediamente da 900 m³ di materiale miscelato. Come già sottolineato, ciascun elemento è realizzato sovrapponendo per 20 centimetri una coppia di colonne di terreno consolidato, così da creare un sistema monolitico di 3 m di larghezza, con una lunghezza compresa tra i 20 e i 55 piedi, a seconda delle zone. Gli elementi sono quindi tra loro sovrapposti per 30 centimetri e realizzati in accordo con il tipico schema che vede la miscelazione di quelli primari e poi di quelli secondari. Le centrali di betonaggio si trovano insediate a un raggio massimo di 500 m dalle macchine e vengono spostate ogni qual volta un determinato settore viene completato. Ogni contraff-

orte si trova a una distanza di 7,75 m da quello successivo, e fra due contrafforti è stato previsto un singolo elemento con caratteristiche simili a quelle che formano i contrafforti stessi.

Questo elemento centrale non ha valore strutturale ma serve per il monitoraggio necessario a verificare strumentalmente eventuali spinte, spostamenti o dissestamenti di quella particolare sezione dell'argine. A seconda della loro posizione, gli oltre 1.500 contrafforti sono composti da un numero compreso tra i nove e i 27 elementi, anche se in alcuni punti e per la particolare conformazione dell'argine stesso, alcuni contrafforti sono formati solo da cinque elementi.

In accordo con la modalità ECI, Treviicos diede un importante contributo nelle fasi di affinamento del progetto, che rispondeva a una triplice esigenza: il rinforzo dell'argine, provvedendo alla miscelazione di almeno il 30% del volume totale del terreno; consentire di innalzarlo senza aumentare la base della sezione trapezoidale che lo caratterizzava; permettere il passaggio delle inevitabili infiltrazioni d'acqua (anche se limitate dalla presenza di argille plastiche negli strati superiori). Una struttura continua e parallela all'asse dell'argine avrebbe creato, infatti, una barriera che avrebbe aumentato le sollecitazioni generate dall'accumulo delle infiltrazioni d'acqua nel tempo. ◆

