PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 19 - numero 4036 di giovedì 22 giugno 2017

Scelte progettuali nell'esecuzione di paratie in cemento armato

Ancora oggi, nonostante siano passati più di nove anni dall'entrata in vigore del D.Lgs. 81/08 - Allegato XV, si continuano a vedere PSC assolutamente carenti quando nell'esecuzione dell'opera sono previste lavorazioni particolari. Di C.G.Catanoso.

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-SCORM1-[EL0369] ?#>

Con questo articolo continua, dopo quelli sul *jet grouting*, sui *tiranti* e sui *pali in cls armato* la carrellata su lavorazioni particolari e complesse, la cui conoscenza tra coloro che operano come coordinatori della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, è tutt'altro che diffusa.

Questo perché, il coordinatore della sicurezza per la progettazione (CSP) non possiede quel livello di conoscenza di **particolari processi costruttivi** tali da permettergli un'efficace analisi preventiva della futura attività di cantiere con la conseguente determinazione delle scelte progettuali ed organizzative relative a questa particolare lavorazione. Se è vero che da una parte, l'obbligo di redazione del POS, è potenzialmente in grado di far integrare nel PSC, le specificità tecniche, organizzative e procedurali delle imprese esecutrici, dall'altra però, tutto ciò non deve costituire una legittimazione di quanto avvenuto fino ad adesso e cioè la redazione, da parte dei CSP, di documenti assolutamente generici, spesso redatti con uno dei tanti software disponibili sul mercato. Pertanto, un'efficace analisi prevenzionale in fase progettuale può essere condotta solo se vi è una buona conoscenza dei processi costruttivi che si svolgeranno in cantiere.

Nel seguito di questo contributo, verranno affrontate le problematiche inerenti la sicurezza e la tutela della salute nell'esecuzione delle paratie in cemento armato, in modo da fornire agli addetti ai lavori una serie di informazioni utili per la redazione del piano di sicurezza e coordinamento relativo ad appalti che includono questa tipologia di lavorazione.

Le paratie in cemento armato

Le paratie sono strutture continue in cemento armato realizzate all'interno del terreno, formate da elementi verticali sottili, generalmente a sezione rettangolare (pannelli), contigui e giuntati tra loro in modo opportuno.

Gli scopi principali per cui vengono realizzate le paratie sono quelli di:

- sostegno di scavi e, quindi, con funzioni analoghe a quelle di un muro di sostegno ma con una maggiore snellezza ed una profondità maggiore di qualche metro rispetto al fondo dello scavo;
- schermo impermeabile per intercettazione di falde sotterranee (ad esempio, come "taglione" in profondità delle opere di sbarramento) o come cintura impermeabile perimetrale in caso di scavi profondi, ecc.;
- elementi portanti per fondazioni indirette, in alternativa ai pali di grande diametro.

Le più frequenti dimensioni in pianta dei pannelli sono di 50-120 cm. x 200-600 cm., con profondità variabili, usualmente fino a 25-30 metri. In alcuni casi particolari la sezione dei pannelli può essere a T (maggiore resistenza) oppure a "stella" o a "croce"

(fondazioni profonde).

Le attrezzature comunemente utilizzate

Le attrezzature comunemente utilizzate per l'esecuzione delle paratie possono essere suddivise in:

Attrezzature per lo scavo

- escavatore cingolato o macchina similare per il sollevamento e la manovra degli utensili di scavo (benne, scalpelli, ecc.);
- benna mordente bivalve con sospensione a fune e chiusura delle valve meccanica, idraulica o elettroidraulica;
- benna mordente bivalve solidale con un'asta rigida di manovra (kelly, in gergo) con chiusura idraulica delle valve;
- fresa multipla, costituita da una struttura metallica essenzialmente piatta ed estesa, capace di dare peso all'utensile di scavo e verticalità alle pareti, sostenuta da funi e contenente al suo interno i motori idraulici per il funzionamento delle teste rotanti e della pompa di aspirazione del fango bentonitico e dei detriti per permettere l'avanzamento di tutto il corpo fresa;
- scalpello frangiroccia in acciaio forgiato a barre incrociate con taglienti induriti da riporti in lega speciale;

Impianti per la preparazione del fango bentonitico

- impianto di preparazione e miscelazione del fango bentonitico;
- vasche per lo stoccaggio e la maturazione del fango di bentonite;
- pompe ed agitatori per la fluidificazione del fango;
- dissabbiatore per la depurazione del fango proveniente dallo scavo in quanto ricco di detriti asportati dallo scavo;
- pompe per la circolazione del fango fra le varie componenti dell'impianto e fra l'impianto e gli scavi.

Attrezzature di supporto

- gru di servizio per il trasporto e la posa in opera delle gabbie d'armatura, dei tubi getto, dei giunti, ecc.;
- pedane di sicurezza da disporre a cavallo dello scavo del pannello di paratia, attraverso le quali far passare le gabbie e il tubo-getto;
- estrattori con martinetti idraulici per il distacco iniziale dei setti-giunto;
- Pale, escavatori, ecc., per la preparazione dei piani di lavoro, le piste d'accesso, ecc.;
- Compressori d'aria;
- Eventuali gruppi elettrogeni per il fabbisogno elettrico dell'attività.

Le fasi di lavoro

Generalmente, le fasi in cui è articolata questa particolare lavorazione sono le seguenti:

1. preparazione del piano di lavoro;
2. realizzazione dei cordoli-guida in cemento armato (corree), fino alla profondità di circa un metro, aventi funzione di sostegno del bordo superiore dello scavo e di delimitazione dello stesso;
3. posizionamento dell'escavatore munito dell'utensile di scavo, sul piano di lavoro lungo l'asse della paratia da eseguire;
4. inizio dello scavo del pannello con scarico del materiale di risulta a fianco dell'escavatore o direttamente nel cassone di un mezzo di trasporto;

5. inizio pompaggio nello scavo del fango bentonitico, proveniente dall'apposito impianto, per il sostegno dello scavo e per portare in superficie i detriti;
6. posizionamento del setto-giunto, una volta raggiunta la profondità di progetto, sul lato dello scavo adiacente al pannello ancora da scavare;
7. spostamento dell'escavatore su un'altra zona di scavo;
8. calaggio delle gabbie d'armatura con l'ausilio dell'escavatore o della gru di servizio;
9. giunzione progressiva degli spezzoni delle gabbie posizionando, sopra la gabbia appoggiata sulla correa, lo spezzone successivo facendo entrare i ferri verticali nella gabbia inferiore ed accoppiando i ferri omologhi mediante legatura/saldatura/morsettatura;
10. predisposizione della pedana di sicurezza e calaggio del tubo getto da parte dell'escavatore o della gru di servizio e posizionamento dello stesso a circa 30 cm dal fondo dello scavo;
11. getto del calcestruzzo attraverso il tubo-getto con autobetoniere e progressiva estrazione degli spezzoni di tubo-getto con l'innalzamento del livello del calcestruzzo, curando sempre la permanenza di almeno due metri di tubo al di sotto del livello dello stesso; contemporaneo recupero del fango bentonitico mediante aspirazione dallo scavo e ripompaggio nelle apposite vasche;
12. dissabbiamento dei fanghi bentonitici recuperati dallo scavo, mediante passaggio attraverso una serie di setacci vibranti ed idrocicloni e conseguente separazione dei fanghi dai detriti e dalla sabbia;
13. rimessa in circolo dei fanghi *"depurati"*;
14. estrazione dei setti giunto mediante i martinetti idraulici e/o l'escavatore o la gru di servizio.

La ricerca prevenzionale in fase progettuale

L'analisi dei rischi e l'individuazione delle misure preventive e protettive per le paratie in cemento armato, da integrare nel più generale contesto del piano di sicurezza e coordinamento per la realizzazione, ad esempio, di un parcheggio interrato, deve focalizzarsi, dopo l'iniziale ricerca prevenzionale in fase progettuale, su quelle che saranno le specifiche principali fasi di lavoro nel futuro cantiere e cioè:

- l'allestimento delle attrezzature di scavo;
- l'allestimento dell'impianto di preparazione del fango bentonitico;
- l'accesso ai alla zona di scavo e la preparazione del piano di lavoro;
- la perforazione;
- il trasporto e la posa delle gabbie d'armatura;
- il getto del calcestruzzo;
- l'estrazione dei setti-giunto;
- il completamento dei lavori.

Come già evidenziato precedentemente, le lavorazioni per la realizzazione delle paratie in cemento armato costituiscono, quasi sempre, delle attività lavorative inserite in un contesto esecutivo più ampio quale la costruzione di parcheggi interrati, gallerie artificiali, ecc.. Pertanto, nel piano di sicurezza e coordinamento esse costituiscono solo una tra le diverse attività costruttive di cui è necessario tener conto per la redazione del citato documento. Ovviamente, viste le fasi di lavoro in cui le stesse sono articolate, la tipologia delle attrezzature presenti e le forti interazioni con l'ambiente interno ed esterno al sito, risulta assolutamente necessario che, in fase di progetto esecutivo dell'intera opera, si tenga debitamente conto delle peculiarità insite nell'esecuzione delle paratie in cemento armato, senza rimandare al piano operativo di sicurezza predisposto dall'impresa specializzata incaricata della realizzazione delle stesse.

Quindi, la fase iniziale di ricerca prevenzionale in fase progettuale deve necessariamente approfondire lo studio di questa futura lavorazione con la massima attenzione. Alcuni dei punti critici sui quali soffermarsi e riflettere al fine di definire le scelte migliori per eliminare, quando possibile, o ridurre al minimo i rischi connessi alla lavorazione, fin dalla fase di progetto esecutivo, sono i seguenti:

- Caratteristiche geomeccaniche del terreno;
- Caratteristiche climatiche del sito;
- Possibile inquinamento: terreno, atmosferico, acustico;
- Interferenze con linee elettriche aeree, sottoservizi (gas, elettricità, acqua, ecc.), edifici adiacenti, cantieri adiacenti, strade, ferrovie, ecc.;
- Vie di transito interne;
- Dimensioni aree di lavoro;
- Accesso interno ai posti di lavoro;
- Modalità di stoccaggio e movimentazione materiali;
- Sistemi di protezione dei posti di lavoro;
- Sistemi di alimentazione d'energia;
- Criteri di realizzazione degli impianti tecnologici di supporto;
- Interferenze con altre lavorazioni e altri mezzi presenti in cantiere (autogru, macchine movimento terra, ecc.).

Allestimento delle attrezzature di scavo

L'escavatore arriva in cantiere con cingoli, braccio e attrezzatura di scavo smontati e caricati su speciali veicoli; visto, poi, che per montare i cingoli sul sottocarro dell'escavatore deve essere utilizzata un'autogru, diventa essenziale prevedere e rendere fruibili accessi e spazi di manovra adeguati alle dimensioni dei mezzi impegnati. Dopo il montaggio dei cingoli è possibile far scendere l'escavatore dal mezzo di trasporto; ovviamente la zona scelta per questa operazione deve assicurare un'adeguata portanza del terreno destinato a sostenere il peso della macchina.

La fase successiva prevede, generalmente, il montaggio del braccio a traliccio e delle funi degli argani dell'escavatore; ovviamente, la zona deve essere in grado di assicurare, gli spazi per il montaggio a terra degli spezzoni e delle funi. Pertanto, è necessario prevedere aree adeguate per permettere, con il supporto di un'autogru, tale operazione.

Una volta montati *"a terra"* il braccio e le funi, è possibile procedere al sollevamento del braccio. Anche se le norme di buona tecnica suggeriscono un accurato preventivo controllo della corretta giunzione degli elementi, del serraggio delle viti e dei bulloni e la tenuta delle coppiglie, prima di procedere è sempre necessario aver individuato un'area in cui la prima operazione di sollevamento possa essere effettuata senza che, in caso di cedimenti della struttura del braccio, si verifichi la caduta di parte degli elementi su altre attrezzature, mezzi di cantiere o altro presenti nel sito oggetto dell'intervento. Dopo aver ripetuto più volte quest'operazione è necessario ricontrollare la corretta ed efficace giunzione degli elementi (braccio, funi, ecc.); solo dopo è possibile montare, utilizzando le stesse cautele, gli utensili ed i supporti di scavo (benne, kelly, ecc.).

Allestimento dell'impianto di preparazione del fango bentonitico

L'impianto di preparazione del fango bentonitico, costituito da una serie di vasche per il contenimento del fango, da pompe, agitatori, dissabbiatori, tubazioni, ecc., necessita, vista la sua complessità, di tutta una serie di accorgimenti in grado di minimizzare il rischio per il personale durante il suo funzionamento. Le scelte da definire riguardano principalmente:

- il posizionamento dell'impianto nell'area di cantiere;
- gli accessi dei mezzi all'impianto;
- gli accessi del personale nelle varie zone dell'impianto;
- il posizionamento delle tubazioni di invio e di recupero del fango, sia nell'impianto che dall'impianto alle zone di scavo e viceversa;
- i sistemi di alimentazione dell'energia necessaria per il funzionamento dell'impianto;
- i sistemi da adottare per mantenere un adeguato livello di sicurezza (protezioni collettive, sicurezza impianti elettrici, gestione situazioni anomale ecc.).

Accesso alla zona di scavo e preparazione del piano di lavoro

Per l'accesso alle zone di scavo, prima di tutto è necessario che nel PSC siano state pianificate le sequenze lavorative delle macchine movimento terra addette alla formazione dei piani di lavoro, definendo i criteri che il personale deve seguire per evitare contatti accidentali/investimenti con le stesse. Il citato piano deve prevedere la realizzazione di una pista di accesso all'area di scavo in grado di assicurare la stabilità del mezzo di perforazione durante il tragitto. Essenziale in questa fase è la previsione e la predisposizione della pista e del piano di lavoro aventi le caratteristiche adeguate sia all'attrezzatura (dimensioni, peso, franco, ecc.) che all'attività di scavo che dovrà essere svolta. La portanza del terreno dovrà essere tale da assicurare la stabilità della macchina tenendo conto delle sollecitazioni dinamiche trasmesse al terreno durante le fasi di spostamento e di scavo.

Per terreni cedevoli dovrà essere valutata anche l'eventuale possibilità di aumentare la portanza dell'area di lavoro predisponendo adeguati riporti o, addirittura, stendendo fogli di *"tessuto non tessuto"* e, riportando su di esso, almeno 30 centimetri di inerti granulari; in alcuni casi, durante lo scavo, si potrà prevedere anche la predisposizione di ripartitori di carico sui quali appoggiare i cingoli. Inoltre, nel caso in cui gli spostamenti e lo scavo avvengano in prossimità di strutture esistenti è necessario prevedere e, poi, preventivamente realizzare interventi atti a monitorare e garantire la stabilità dei manufatti presenti.

Per l'eventuale presenza di linee elettriche aeree non rimovibili, il PSC dovrà prevedere la segnalazione a terra della loro presenza ed a una distanza tale dalla proiezione al suolo delle stesse, da eliminare, quando possibile, o limitare il rischio di contatto durante gli spostamenti dell'escavatore. Il PSC dovrà prevedere che, nel caso in cui i lavori di scavo dovessero essere eseguiti nelle vicinanze di linee elettriche aeree in tensione, pur nel rispetto dei limiti minimi prescritti dalle norme di legge, l'escavatore sia posizionato in modo tale che, un eventuale cedimento parziale o caduta del braccio non investa la linea in tensione, né sia possibile che le funi metalliche di tiro o la struttura sostenuta dal braccio (benne, kelly, idrofresa, ecc.), nella normale movimentazione, possano raggiungere la linea. Ovviamente, se si fosse costretti ad operare a meno della distanza minima dalla linea, il PSC dovrà prevedere preventivamente la richiesta di "*messa fuori servizio*" della stessa o, in alternativa, la predisposizione d'idonei ripari fissi a protezione della linea.

Perforazione

Durante la fase di perforazione si concretizzano tutta una serie di situazioni potenzialmente a rischio per il personale impegnato. Per questa fase di lavoro è principalmente necessario:

- individuare, tenendo conto dello sviluppo dei lavori, le aree a rischio nelle immediate vicinanze della macchina e definire sistemi di accesso, passaggio e stazionamento per il personale compatibili con le inderogabili esigenze di sicurezza;
- pianificare le sequenze operative di scavo e di getto in grado di minimizzare i rischi dovuti alla presenza di scavi temporaneamente aperti (perché in attesa del getto o del posizionamento della gabbia o appena *"gettati"* o altro) di notevole profondità (a secco o con fango bentonitico);
- individuare i dispositivi di protezione collettiva (tipologia, numero, sistemi di segnalazione, ecc.), da posizionare sia sul pannello di paratia in fase di scavo che sugli altri già eseguiti ed in attesa di getto del calcestruzzo o in fase di maturazione dello stesso;
- definire, in caso di previsione di lavoro notturno, un sistema di illuminazione artificiale dell'area di lavoro, atto a garantire una corretta illuminazione senza abbagliamenti e contrasti.

Trasporto e posa delle gabbie d'armatura

Le gabbie d'armatura della paratia, quasi sempre, giungono in cantiere pre-assemblate su autoarticolati. Il primo problema è quello di garantire adeguati spazi per l'accesso, la manovra, il posizionamento, lo scarico e lo stoccaggio con la gru di servizio, degli spezzoni di gabbia. Ovviamente, l'arrivo in cantiere di veicoli di tali dimensioni può provocare, in alcuni casi, notevoli problemi non solo al cantiere ma anche all'ambiente circostante. Pertanto, è necessario prevedere, anche gli spazi necessari per

la sosta (non obbligatoriamente nelle estreme vicinanze del cantiere), in attesa dello scarico, degli articolati oppure imporre gli arrivi delle gabbie in cantiere secondo rigidi criteri temporali in grado di minimizzare le citate ricadute negative.

Ovviamente, nel PSC devono essere accuratamente definite le modalità di sollevamento, trasporto e posa delle gabbie da parte della gru di servizio (aree, corridoi d'avvicinamento, ecc.); infatti, è opportuno ricordarlo, gli escavatori impiegati per l'esecuzione delle paratie in cemento armato, salvo casi particolari, non sono "*apparecchi di sollevamento*" ma macchine operatrici e, pertanto, non possono essere utilizzati per il sollevamento ed il trasporto degli spezzoni di gabbie. Inoltre, risulta estremamente importante la previsione, da parte del progettista in fase di dimensionamento strutturale, e dietro espressa richiesta del CSP, di idonei punti di aggancio delle gabbie per eseguire le manovre citate onde evitare che un aggancio delle stesse, effettuato su staffe sottodimensionate, porti alla rottura delle stesse e alla caduta della gabbia con grave rischio per gli addetti.

Nella fase di giunzione progressiva degli spezzoni della gabbia, durante la quale il rischio di caduta nello scavo può essere ben contenuto dalla presenza delle protezioni collettive già citate nella fase di perforazione, è necessario imporre sia il mantenimento in tiro dello spezzone con la gru di servizio, sia l'interposizione, attraverso i ferri d'armatura, di spezzoni di tubo di adeguata resistenza poggiati sulla correa, in grado di bloccare ulteriormente lo spezzone di gabbia durante la giunzione ed evitare che questo si muova verso il basso durante l'esecuzione delle operazioni citate.

Getto del calcestruzzo

Per questa fase è importante definire sia le modalità di accesso e di avvicinamento alla zona di getto delle autobetoniere che le aree di attesa delle stesse. Infatti, calcolando che ogni autobetoniera trasporta mediamente circa 7-8 metri cubi di calcestruzzo, è possibile individuare, in funzione dei pannelli da gettare e delle loro dimensioni, il numero di autobetoniere giornalmente presenti in cantiere ed organizzare e predisporre, così, i tempi, le zone di sosta, le vie d'accesso, i getti, ecc..

Estrazione dei setti-giunto

I setti-giunto vengono posizionati sul lato dello scavo, appena eseguito, adiacente al pannello ancora scavare. Pertanto, dopo il getto la loro estrazione, effettuata con la gru di servizio, può diventare particolarmente difficile e pericolosa per gli addetti. E', quindi necessario, studiare preventivamente, e successivamente modificare, in corso d'opera, i tempi e le modalità di recupero dei setti-giunto prevenendo così la possibilità di dover ricorrere a manovre pericolose della gru di servizio.

Completamento dei lavori

Per il completamento della paratia e la realizzazione delle opere accessorie, il PSC deve aver previsto le sequenze lavorative delle macchine movimento terra addette alla sistemazione delle aree precedentemente interessate dall'esecuzione dei lavori, definendo le procedure che il personale deve seguire per evitare contatti accidentali con le stesse. Il CSP deve aver definito e dimensionato, in funzione dell'evoluzione dei lavori, le possibili aree di accumulo del terreno di risulta in attesa dell'allontanamento dal sito. Se il terreno precedentemente asportato, sulla base delle specifiche progettuali, dovesse essere riposizionato al fine di ripristinare le condizioni iniziali del sito, il PSC deve avere definito le modalità con cui quest'operazione dovrà essere attuata.

Il PSC e le imprese esecutrici

Una volta redatto il PSC relativo all'opera da eseguire, all'interno del quale, per quanto riguarda le paratie in cemento armato,

sono state definite le misure preventive e protettive (progettuali, tecniche e organizzative), l'impresa esecutrice potrà, successivamente, prendere visione dello stesso (trasmessogli con la richiesta di presentazione offerta), valutarne i contenuti ed, eventualmente, proporre con il proprio POS o con apposita comunicazione, eventuali integrazioni o ulteriori precisazioni sulle modalità e sugli strumenti con cui soddisferà le specifiche richieste, inerenti la sicurezza e la tutela della salute, definite dal CSP.

Pertanto, sia il POS che le proposte delle imprese esecutrici vanno intesi come contributi complementari al PSC, cioè documenti con i quali le aziende intendono integrare ed armonizzare le proprie specificità nel più generale contesto delle citate misure preventive e protettive, già definite nel PSC.

Carmelo G. Catanoso

Ingegnere Consulente di Direzione

 Questo articolo è pubblicato sotto una Licenza Creative Commons.

---

www.puntosicuro.it