



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Ing. Claudio Lamberti

- PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.

Titolo elaborato:

MODIFICA TECNICA N. 47 OPERE DI SOSTEGNO - ASSE SECONDARIO - Ramo 46 - Lotto 2b OS68 - Paratie di micropali dx dal km 0+558.96 al km 0+636.37 Relazione tecnica descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PE	OS68	RT01	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
07	PEOS68RT01_50_4137.dwg	1=1	4137	Relazione
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	A.Cecchelli S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

A.T.I. Progettisti:

Capogruppo:

Mandante:

POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze
tel 055/2001660 fax 055/2344856
e-mail polifi@politecnica.it

ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato
tel 0574.527864 fax 0574.568066
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile
Ing. Marcello Mancone

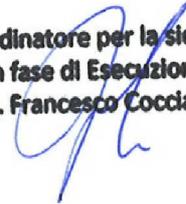


Il Geologo
dott. Pietro Accolti Gil



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO LO410C E 1101

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

Sommario

1	Introduzione	3
2	Modifiche puntuali (M.T. n.°47 del 29-04-2014).....	5
3	Modifiche opera di sostegno OS68 (N.T. n.°55 del 22-09-2014).....	8
4	Modifiche puntuali al particolare di ancoraggio tirante/trave di coronamento (N.T. n.°78 del 10-08-2014).....	9
4.1	Eliminazione spirale di frettaggio	9
4.2	Rettifiche puntuali spaziatura ferri trave di coronamento.....	11
4.3	Difetti di ammorsamento micropali paratia.....	12
5	Spostamento posizione n.°3 tiranti rispetto alle ipotesi di PEA (N.T. n.°92 del 03-11-2014)	15
6	Risoluzione NC n.72 – Minor lunghezza tirante n.15 (N.T. n.°110 del 18-11-2014).....	17
7	Risoluzione NC n.94 – Errata esecuzione del getto di intasamento dei micropali (N.T. n.°126 del 16-12-2014).....	19
8	Risoluzione NC n.°135 – Misure correttive/integrative relative alle travi di collegamento dei tiranti del 2° e 3° ordine (N.T. n.°143 del 20-02-2015)	22
8.1	Intervento correttivo nodi di contrasto.....	23
8.2	Piastre integrative nel caso vi sia "luce" tra palo/micropalo ed UPN	26

1 Introduzione

La presente Nota Tecnica viene emessa nell'attuale fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED) per fornire riscontro a quanto disposto dall'Ufficio A.S. Anas con lettera prot. CPA-0000540-P del 08/01/2015, con la quale viene richiesto al C.G. di "...provvedere all'emissione di una ulteriore revisione del progetto di dettaglio che recepisca le modifiche in essere..." in riferimento alle modifiche apportate all'opera di sostegno OS68, costituita da una paratia di micropali nella tratta compresa tra pk. 0+558.96 e pk. 0+636.37.

Al fine di predisporre un documento che raccolga in forma organica tutte le modifiche apportate all'opera in esame rispetto a quanto previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo Approvato (PEA), si riportano a seguire in ordine cronologico le note e le modifiche tecniche emesse durante il presente Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED).

In particolare sono state riassunte nei paragrafi successivi le seguenti note e modifiche tecniche:

- M.T. n.°47 del 29-04-2014 - Modifiche puntuali
- N.T. n.°78 del 10-08-2014 - Modifiche puntuali al particolare di ancoraggio tirante/trave di coronamento
- N.T. n.°55 del 22-09-2014 - Modifiche opera di sostegno OS68
- N.T. n.°92 del 03-11-2014 - Spostamento posizione n.°3 tiranti rispetto alle ipotesi di PEA
- N.T. n.°110 del 18-11-2014 - Risoluzione NC n.72 – Minor lunghezza tirante n.15
- N.T. n.°126 del 16-12-2014 - Risoluzione NC n.94 – Errata esecuzione del getto di intasamento dei micropali
- N.T. n.°143 del 20-02-2015 - Risoluzione NC n.°135 – Misure correttive/integrative relative alle travi di collegamento dei tiranti del 2° e 3° ordine

Contestualmente alla presente nota si procede all'emissione dei seguenti elaborati grafici, revisionati in modo da recepire e raccogliere tutte le modifiche apportate all'opera a seguito delle succitate note.

Relazione tecnica descrittiva – Riepilogo Modifiche Tecniche	-		PEOS68RT01	_	50	_	4137
Relazione descrittiva e di calcolo	-		PEOS68RC01	_	50	_	4137
Planimetria, sviluppata e sezioni tipo	varie		PEOS68N001	_	50	_	4137
Sezioni trasversali	1:200		PEOS68N002	_	50	_	4137
Particolari costruttivi	varie		PEOS68N004	_	50	_	4137

Si precisa inoltre che, come richiesto dall'Istruttoria A.S. Anas, si è provveduto a:

- inserire all'interno dell'elaborato PEOS68N001 i dettagli relativi alla minor lunghezza del tirante n.°15 (Rif. NT n:°110,NC72), allo spostamento di n.°3 tiranti rispetto alla posizione di PEA (Rif. NT n:°92) , al micropalo n.°12 di minor lunghezza (Rif. N.T. n.°55) ed alle caratteristiche del cls di riempimento a tergo del pannello di rivestimento (Rif. N.T. n.°126);

- rettificare all'interno dell'elaborato delle sezioni trasversali PEOS68N002, la difformità relativa alla quota di imposta delle travi di ripartizioni dei tiranti ravvisata in corrispondenza delle sez. n.°43 ed 11;

Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68

- rappresentare all'interno dell'elaborato PEOS68N004, il particolare delle armature della trave di coronamento nel zona di transizione tra cordolo di dimensioni correnti 60x60cm e cordolo rialzato (60x114)x60;
- rappresentare all'interno dell'elaborato PEOS68N004, il dettaglio dei ferri integrativi sagomati ad omega da saldare radialmente alla testa del micropalo n.°12 come da N.T. n.°78;

2 Modifiche puntuali (M.T. n.°47 del 29-04-2014)

Con tale modifica tecnica è stata emessa dal momento che rispetto alla fase di Progetto Esecutivo Approvato (PEA) è stato riscontrato un mutato profilo del versante, come evidenziato nel dettaglio da specifico rilievo celerimetrico di cantiere. Si è pertanto resa necessaria una complessiva rivisitazione dell'opera in esame, ricalibrando l'andamento altimetrico della trave di coronamento al profilo del terreno aggiornato.

Si è previsto poi per un tratto di circa 30m il rialzo del muro di coronamento con funzione di contenimento della scarpata, laddove il terreno presenta una pendenza tale da raccomandare un presidio nei confronti di eventuali smottamenti superficiali a protezione della viabilità di progetto.

In particolare le principali variazioni effettuate rispetto alla soluzione di PEA dell'opera in esame sono sinteticamente le seguenti:

- E' stata aggiunta una sezione di calcolo integrativa, necessaria per definire in maniera compiuta l'aggiornamento dell'opera. Sulla base della sezione di calcolo integrativa è stato inoltre possibile eliminare nel tratto centrale dell'opera, sul quale si è riscontrato il massimo abbassamento del terreno rispetto al celeri metrico di PEA:

- o n.°4 tiranti del secondo ordine tipo A2

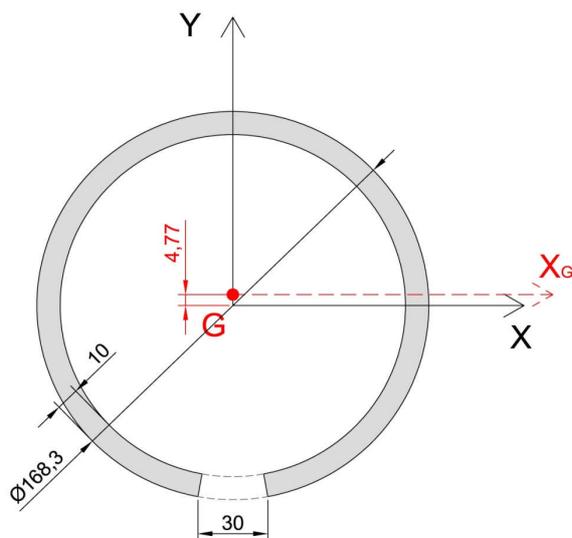
La sezione di calcolo integrativa di PED, denominata :

- o Sezione di verifica 42 – Progr. 591.47

Paratia H = 12.60m (rialzo trave di coronamento H=1,14m+trave di coronamento 0.60 m+pali L=12.30 m), con fondo scavo a -3.00m da t.c.

è stata implementata adottando le stesse ipotesi progettuali e gli stessi criteri di dimensionamento utilizzate nella redazione della precedente emissione che prevedeva:

- o n.°1 sezione di verifica 41 – Progr. 570.43 rappresentativa di pali con due ordine di tiranti;
- o n.°1 sezione di verifica 43D – Progr. 627.37 rappresentativa di pali con un ordine di tiranti;
- E' stata rivista la lunghezza e la modularità delle travi di ripartizione dei tiranti intermedi del 2° e 3° ordine, in modo da ottimizzarne l'impiego e da ridurre gli sfridi mediante l'utilizzo di profilati UPN con lunghezza commerciale pari ad L=8,00m;
- Si è previsto di effettuare fori $\Phi 30$ mm, a passo 2 metri e sfalsati di 120°, nelle armature tubolari dei micropali, per migliorare in fase di getto la saturazione della zona tra foro (D=240 mm) e armatura tubolare (D=168.30 mm) e per assicurare un ricoprimento in cls più uniforme al tubolare in acciaio, con l'obiettivo ultimo di garantire una maggiore durabilità complessiva dell'opera;



Per completezza è stato eseguito lo studio delle caratteristiche geometriche e di resistenza della sezione ridotta costituita dal tubolare forato (area, momenti di inerzia, moduli di resistenza) e si è provveduto a ripetere le verifiche a flessione ed a taglio allo stato limite ultimo.

Dai risultati di calcolo riportati nella tabella seguente si evince che il tubolare, ancorchè forato, non subisce significative riduzioni di resistenza strutturale e che i risultati delle verifiche allo S.L.U. compiuti sulla sezione ridotta rientrano ampiamente entro i fattori di sicurezza.

Le verifiche sono state effettuate per la sezione di calcolo soggetta alle sollecitazioni maggiori (Sez. 41 – Prog. 570.43 - 2 ordini di tiranti).

Sezione di verifica 41 – Prog. 570.43

2 ORDINI DI TIRANTI

Caratteristiche geometriche e di resistenza

	Φ [mm]	s_p [mm]	A [cm ²]	W_{el} [cm ³]	W_{pl} [cm ³]	J [cm ⁴]	E [MPa]
Sezione tubolare non forata	168.3	10	49.7	186	251	1563	210000
Sezione tubolare con foro $\Phi 30$mm-ASSE X-X	168.3	10	46.9	157	228	1376.8	210000
Sezione tubolare con foro $\Phi 30$mm-ASSE FORO Y-Y	168.3	10	46.9	186	249	1562.1	210000

f = diametro esterno del tubo

s_p = spessore del tubo

A = area del tubo

W_{el} = modulo di resistenza elastica della sezione

W_{pl} = modulo di resistenza plastica della sezione

J = momento di inerzia della sezione

E = modulo di elasticità dell'acciaio

Verifica a flessione

	Combinazione	M _{Ed} [kNm]	M _{c,Rd} [kNm]	F.S. [-]
Sezione tubolare non forata	STR Statico	17.6	84.84	4.82
Sezione tubolare con foro Ø30mm-ASSE X-X	STR Statico	17.6	76.94	4.37

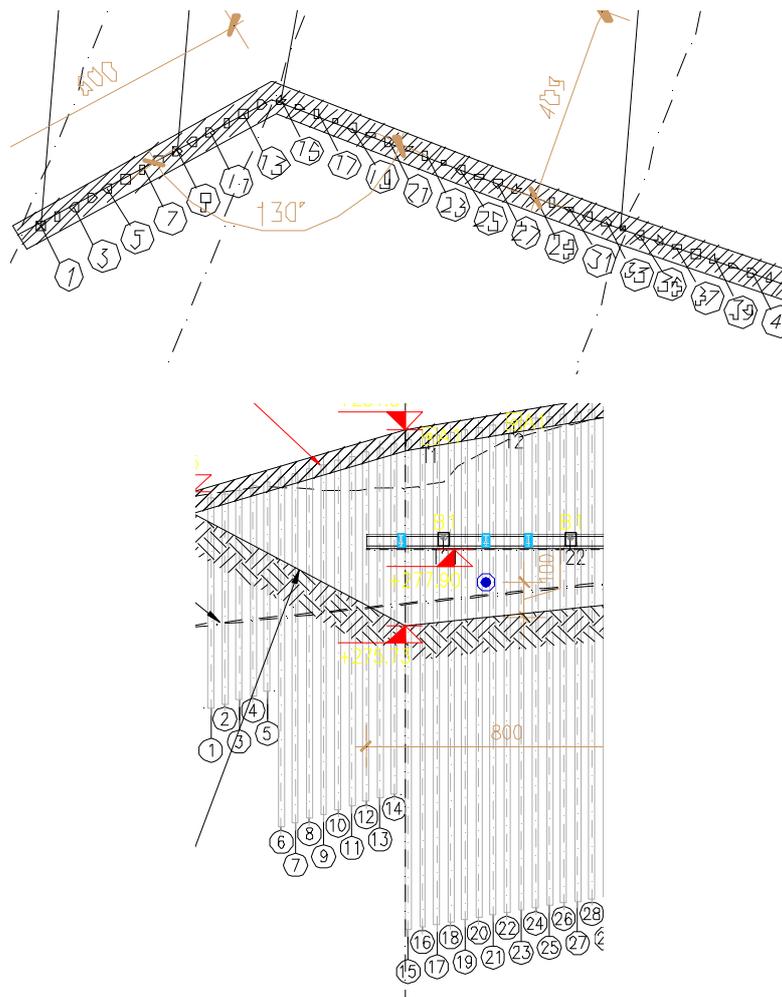
Verifica a taglio

	Combinazione	V _{Ed} [kN]	V _{c,Rd} [kN]	F.S. [-]
Sezione tubolare non forata	STR Statico	72.3	618	8.55
Sezione tubolare con foro Ø30mm-ASSE X-X	STR Statico	72.3	583	8.06

3 Modifiche opera di sostegno OS68 (N.T. n.°55 del 22-09-2014)

La presente nota tecnica è stata emessa per rendere conto di una modifica puntuale avvenuta in corso d'opera; in particolare, per esigenze di cantiere, il micropalo n°15 è stato realizzato di lunghezza 12.90 m anziché 14 m come previsto in PED.

Essendo il micropalo n°15 un palo d'angolo (come rappresentato nelle figure di seguito), la riduzione a circa 1.10 m sulla lunghezza complessiva non comporta a verifiche di tipo strutturale in quanto i modelli di calcolo sono stati eseguiti in condizioni di tipo piane senza considerare l'effetto 3D che in realtà è presente nelle zone di spigolo.



Inoltre il micropalo n°15 è nella zona di passaggio fra i micropali di altezza 10 m e quelli di lunghezza 14.0 m. La sezione di verifica per il dimensionamento a tale lunghezza del micropalo, è stata effettuata alla Sez.41 progr.0+570.43 ove l'altezza massima di scavo è pari a 6.20 m.

Nella zona d'angolo invece l'altezza massima di scavo è pari a 5.50 m. Questo porta a concludere che la riduzione di lunghezza del micropalo non inficia sulla stabilità e staticità della paratia nel suo complesso.

Per di più, le verifiche sono state effettuate, a favore di sicurezza, nella fase transitoria senza considerare che la paratia dovrà essere rivestita con un muro in cemento armato.

4 Modifiche puntuali al particolare di ancoraggio tirante/trave di coronamento (N.T. n.°78 del 10-08-2014)

La presente nota di modifica tecnica dell'opera di sostegno OS68, è stata emessa per dare conto di alcune esigenze di modifica puntuale emerse in fase di cantiere, proposte per superare delle difficoltà tecniche di posa ed al fine di velocizzare le lavorazioni.

Si riportano di seguito in estrema sintesi le proposte di modifica, di natura diversa, relative alla paratia di micropali OS68, che verranno illustrate nel dettaglio nei successivi paragrafi:

- 1) Proposta di eliminazione della spirale di frettaggio per oggettive difficoltà di posa in opera;
- 2) Rettifiche puntuali alla spaziatura delle barre longitudinali della trave di coronamento;
- 3) Difetti di ammorsamento nella trave di coronamento per alcuni micropali;

4.1 Eliminazione spirale di frettaggio

Nell'ambito del Progetto Esecutivo Approvato (PEA) è stata prevista, in via cautelativa, in corrispondenza delle teste dei tiranti ancorati alla trave di coronamento, una barra a forma di spirale $\Phi 12$, passo 10cm, L=450mm, con la funzione di armatura integrativa di confinamento, per contrastare l'eventuale insorgere nel calcestruzzo sottoposto a carichi concentrati elevati, di tensioni di trazione trasversali alla direzione dello sforzo di compressione (forza di fenditura -splitting force), in questo caso prodotto dal tirante.

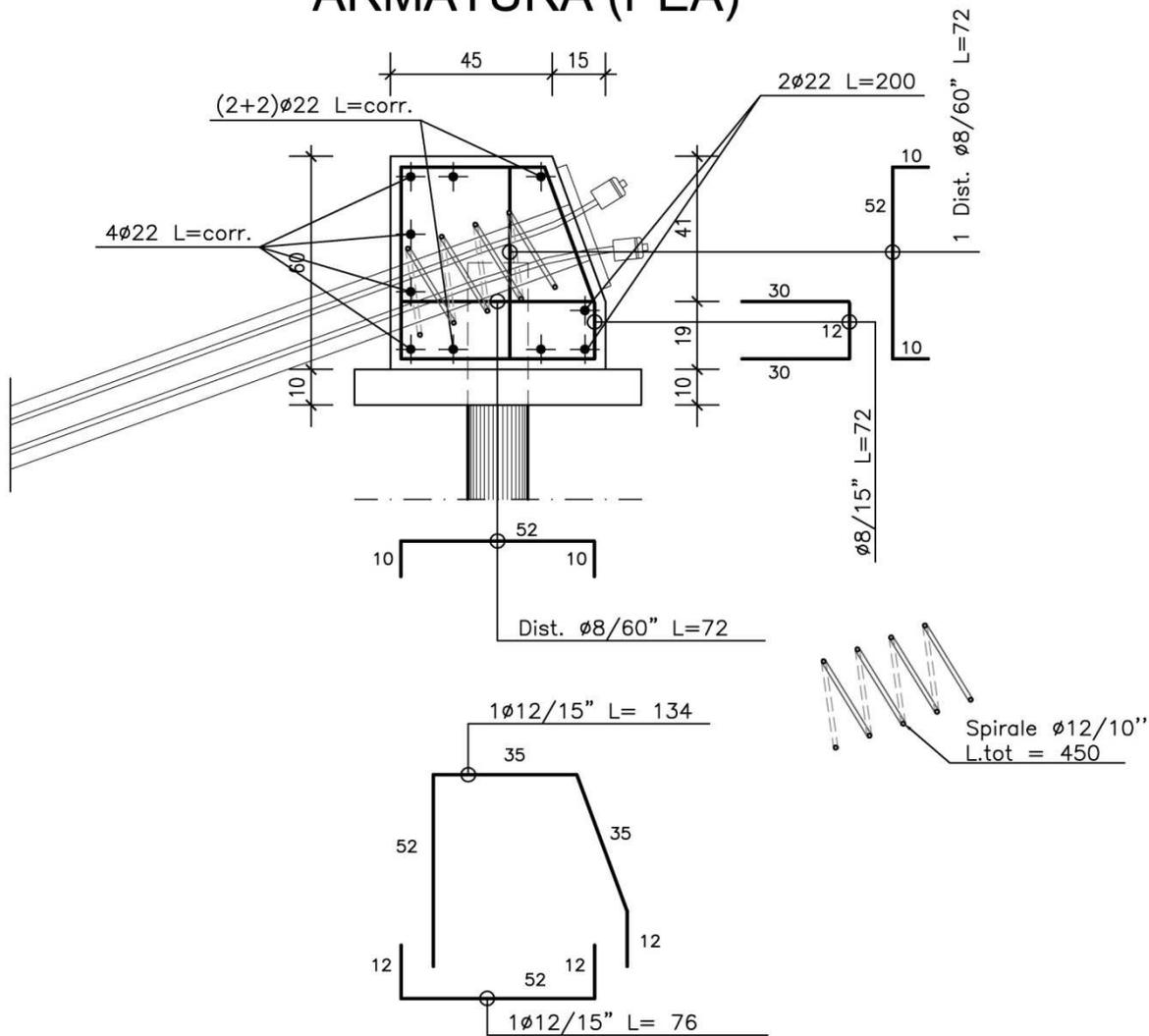
La spirale di progetto si sviluppa su un diametro esterno pari a circa 25cm, tale da poter essere inserita all'esterno del tubo in pvc $\Phi 200$ annegato nel getto per il futuro passaggio dei tiranti.

Premesso ciò e posto che l'interasse di progetto tra i micropali è di 40cm e che la perforazione è di $\Phi 24$ cm, ne discende un interspazio netto a seguito dell'iniezione della malta cementizia, pari a circa 15/16cm, troppo ridotto per consentire la predisposizione della spirale, a meno di scassi puntuali della corona cementizia.

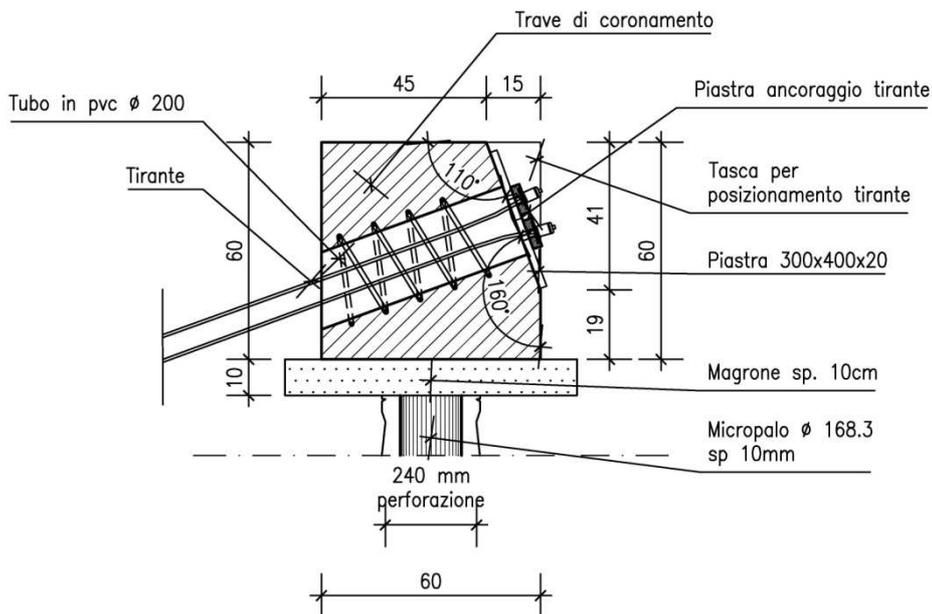
Vista la difficoltà oggettiva nella posa in opera delle barre a spirale e considerato che è stata prevista in fase di PEA una trave di coronamento di dimensioni piuttosto contenute (60x60cm), ma al contempo con elevate incidenze di armatura longitudinale e trasversale, si ritiene che la stessa armatura lenta possa assolvere pienamente a quella funzione di confinamento affidata alla spirale nel progetto di PEA, e che pertanto le barre di frettaggio a spirale possano essere eliminate per la paratia in esame.

Si riportano a seguire per immediato riscontro, i dettagli di carpenteria ed armatura del particolare di ancoraggio dei tiranti alla trave di coronamento, così come previsto dal PEA.

ARMATURA (PEA)



CARPENTERIA (PEA)



4.2 Rettifiche puntuali spaziatura ferri trave di coronamento

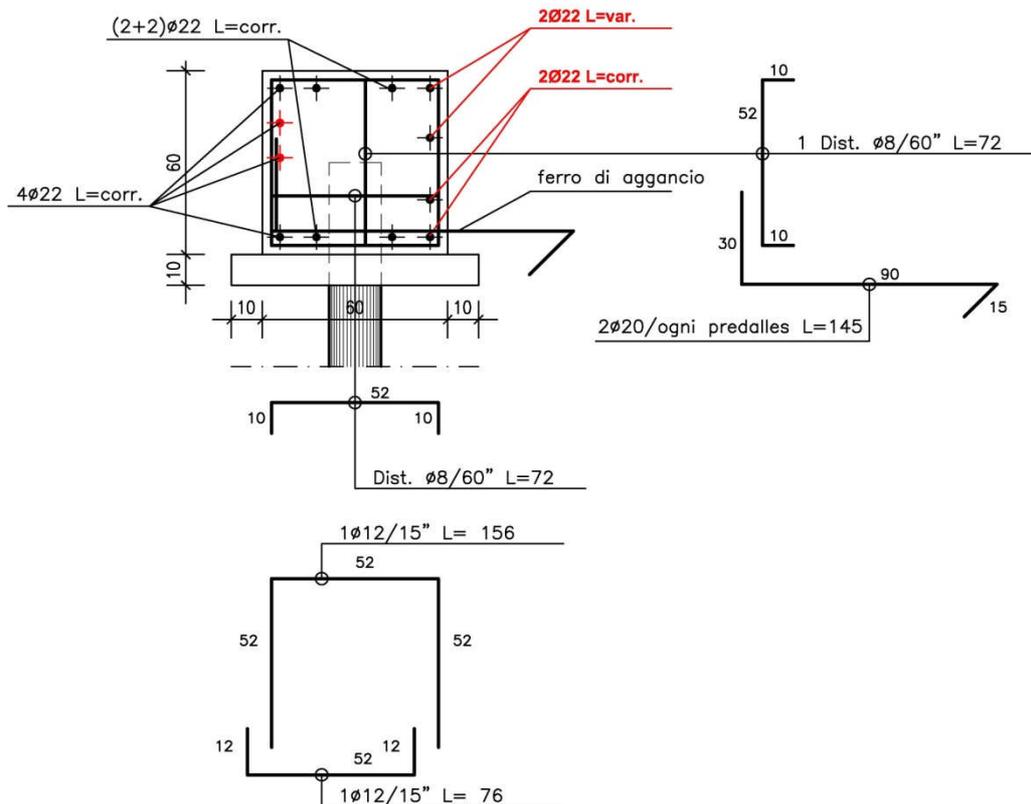
Al fine di velocizzare le operazioni di predisposizione dei ferri di armatura della trave di coronamento e nell'ottica di ottimizzare l'impiego dei materiali, sono state apportate modifiche non sostanziali alla spaziatura di alcune barre longitudinali, rispetto a quanto previsto da PEA (vedi particolari pag. precedente).

Le variazioni rispetto agli elaborati grafici di PEA, sono state evidenziate in rosso nei particolari costruttivi sotto riportati, che tengono anche conto della proposta di modifica di eliminazione delle barre a spirale, illustrata al paragrafo precedente.

CARPENTERIA E ARMATURA TRAVE DI CORONAMENTO (PED)

SEZIONE CORRENTE

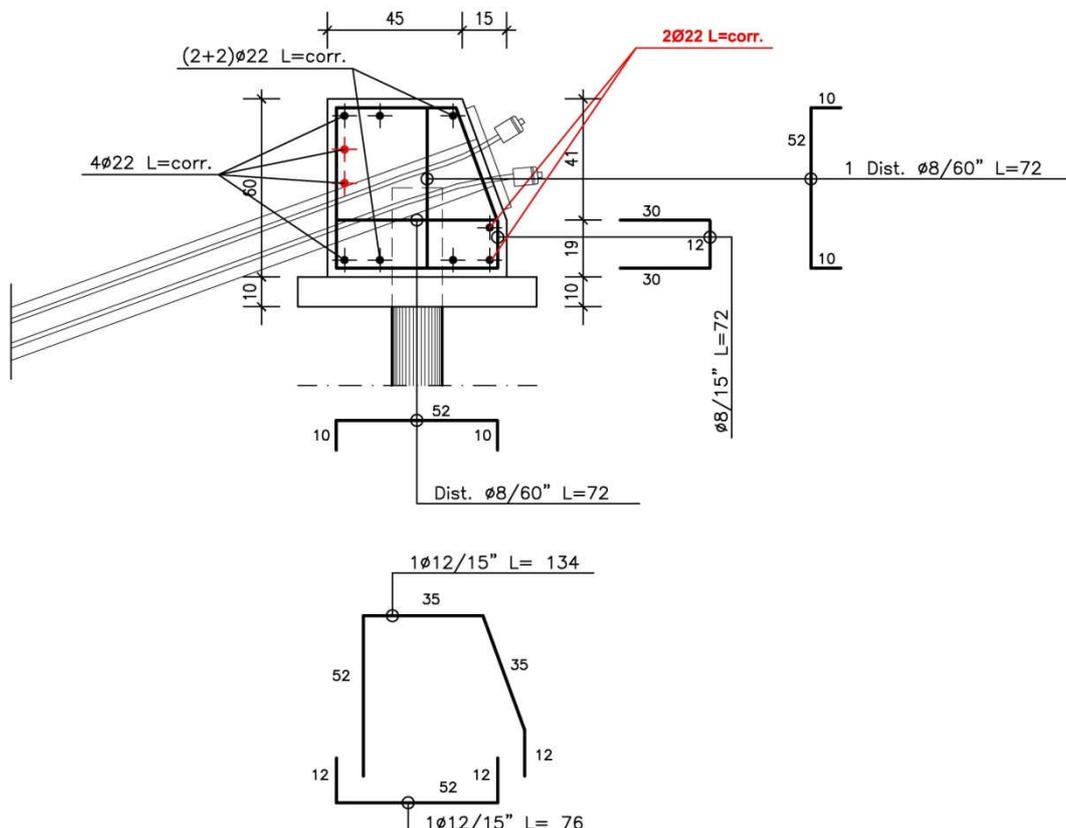
scala 1:20



CARPENTERIA E ARMATURA TRAVE DI CORONAMENTO (PED)

SEZIONE L=40cm IN CORRISPONDENZA DEI TIRANTI

scala 1:20



4.3 Difetti di ammorsamento micropali paratia

Nel corso dei lavori sono stati riscontrati, sulla paratia di micropali in esame, i seguenti scostamenti nell'ammorsamento di alcuni tubolari alla trave di coronamento, rispetto ai 30 cm previsti negli elaborati progettuali approvati (PEA).

	Differenza rispetto alla quota di progetto in testa trave	Ammorsamento effettivo
Micropalo n°12	- 6 cm	24 cm
Micropalo n°23	+ 8 cm	38 cm
Micropalo n°27	+ 9 cm	39 cm
Micropalo n°38	+ 7 cm	37 cm
Micropalo n°43	+ 9 cm	39 cm
Micropalo n°45	+ 7 cm	37 cm
Micropalo n°46	+ 7 cm	37 cm
Micropalo n°52	+ 9 cm	39 cm
Micropalo n°58	+ 8 cm	38 cm
Micropalo n°59	+ 10 cm	40 cm
Micropalo n°67	+ 7 cm	37 cm

In grassetto sono riportati gli scostamenti maggiori (+/-)

CASO 1 : Ammorsamento superiore a quello di progetto

L'ammorsamento superiore a quello indicato dagli elaborati di progetto testimonia una incompleta infissione del micropalo rispetto a quella di progetto, tuttavia trattandosi di scostamenti poco rilevanti, ciò non inficia in alcun modo la stabilità dell'opera di sostegno, a maggior ragione se valutati sulla lunghezza dei pali H=10-14m e considerando che solo alcuni pali ne sono affetti.

Come riportato nei particolari costruttivi a pagina seguente, la difformità riscontrata, non comporta poi problematiche di alcuna natura nemmeno a quota testa palo, dove il maggiore ammorsamento del micropalo non va ad interferire con le armature longitudinali della trave di coronamento.

CASO 2 Ammorsamento inferiore rispetto a quello di progetto

Per quanto riguarda il solo palo n.°12 si riscontra un ammorsamento inferiore rispetto a quanto indicato in progetto, sarebbe pertanto opportuno, sebbene si tratti di una difformità isolata, prevedere dei ferri integrativi sagomati ad omega da saldare radialmente alla testa del tubolare per migliorare l'ingranamento del micropalo con la trave di coronamento, come rappresentato nei particolari costruttivi riportati a seguire.

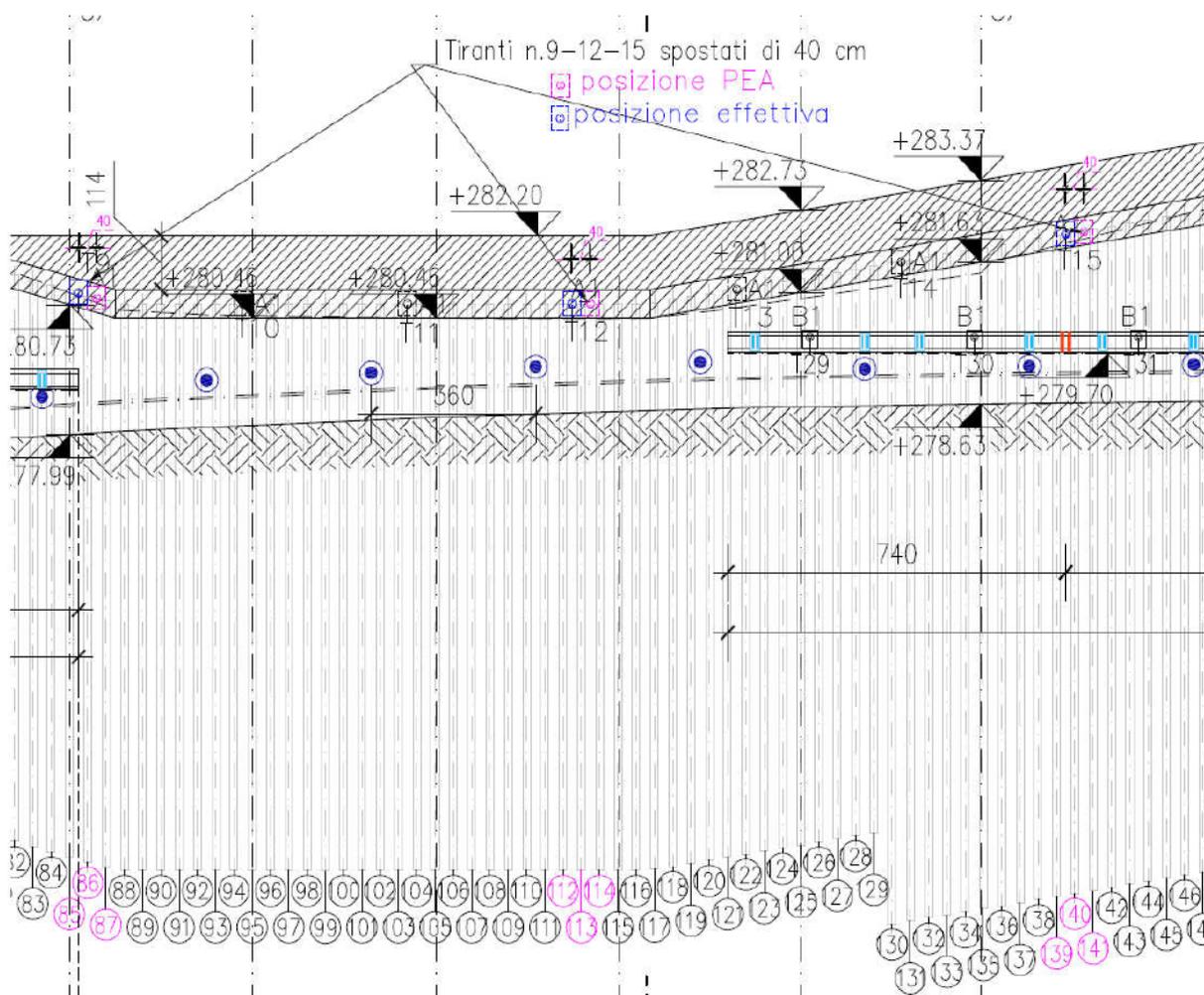
5 Spostamento posizione n.º3 tiranti rispetto alle ipotesi di PEA (N.T. n.º92 del 03-11-2014)

Durante l'esecuzione della paratia in esame è risultato necessario spostare alcuni tiranti rispetto alla posizione prevista in PEA, a causa di difficoltà operative riscontrate nell'esecuzione degli stessi.

In particolare si è provveduto allo spostamento dei seguenti tiranti:

- Tirante N° 9
PEA –prevede l'esecuzione del tirante tra il micropalo 85 ed il micropalo 86;
In corso di realizzazione – il tirante è stato realizzato tra il micropalo 86 ed il micropalo 87;
- Tirante N°12
PEA - prevede l'esecuzione del tirante tra il micropalo 112 ed il micropalo 113;
In corso di realizzazione – il tirante è stato realizzato tra il micropalo 113 ed il micropalo 114;
- Tirante N°15
PEA - prevede l'esecuzione del tirante tra il micropalo 139 ed il micropalo 140;
In corso di realizzazione – il tirante è stato realizzato tra il micropalo 140 ed il micropalo 141;

di seguito si riporta il prospetto dell'opera con evidenza dei suddetti spostamenti



Stralcio del prospetto della paratia OS 68 con individuazione dei n.3 tiranti ricollocati

Dall'analisi del suddetto prospetto risulta evidente che lo spostamento/traslazione di circa 40 cm dei suddetti tiranti rispetto all'ipotesi di PEA non ha ricadute alcune sul comportamento globale della struttura

Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68

in esame e sulla resistenza della stessa, in primo luogo perché lo spostamento risulta minimo, ma soprattutto perché nel tratto in esame è presente un cordolo di testa della paratia di altezza maggiorata introdotto in fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), la cui rigidità è tale da assicurare la uniforme ripartizione del tiro esercitato dai tiranti sui singoli micropali e pertanto le ipotesi di calcolo di PEA (paratia calcolata a ml ideale di sezione con azione dei tiranti ripartite a ml) risultano assolutamente confermate.

Sulla base delle considerazioni tecniche sopra riportate , pur a fronte di una leggera difformità nel posizionamento di n. 3 tiranti in fase realizzativa rispetto all'ipotesi progettuali di PEA, le ipotesi di calcolo di PEA risultano comunque confermate, e pertanto il comportamento globale e la resistenza offerta dall'opera in esame risultano assolutamente in linea con le ipotesi progettuali.

6 Risoluzione NC n.72 – Minor lunghezza tirante n.15 (N.T. n.°110 del 18-11-2014)

Oggetto della nota tecnica NT110 è la risoluzione della NC n. 72 , rilevata dalla D.L. in data 11/11/2014 e relativa alla riscontrata minore lunghezza del tirante n°15 tipo A1 dell'opera di sostegno OS68, ubicata nel lotto 2b e compresa tra le progressive che vanno dal km 0+558.96 al km 0+636.37.

Riferimento alla **NON CONFORMITA' n. 72 del 11.11.20014.**

In particolare i tiranti tipo A1 dell'opera OS68, presentano le seguenti caratteristiche previste in PEA :

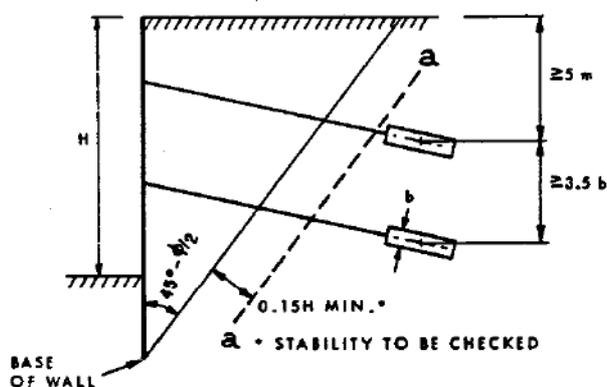
- Tipologia tirante: Definitivo
- Interasse tirante: 3.6 m
- Inclinazione: 20°
- Diametro perforazione: 160 mm
- N° trefoli: 4
- Lunghezza passiva: 12.0 m
- Lunghezza attiva: 13.0 m
- Lunghezza totale: 25.0 m

Nella fase esecutiva in conseguenza di un anon corretta lunghezza di perforazione, il tirante n. 15 è risultato essere stato realizzato di lunghezza inferiore rispetto a quella di PEA . In particolare dai 25.0 m previsti, risulta una lunghezza effettiva di 24.60 m, con una riduzione di circa 40 cm.

La fondazione è rimasta di lunghezza invariata pari a 13.0 m pertanto non sussistono problematiche legate alla tenuta della fondazione.

La lunghezza passiva, del tratto libero è passata invece dai 12.0 m di pEA a 11.60 m effettivi .

Nel PEA la lunghezza libera dei tiranti è stata presa considerando la lunghezza maggiore tra quella statica e quella sismica. In particolare L_s è la corrispondente misura necessaria in condizioni statiche ed è stata valutata secondo il criterio illustrato dalla figura seguente mirante ad assicurare che il tratto di ancoraggio si mantenga al di fuori del cuneo di terreno che esercita la spinta sulla paratia stessa.



Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68

Inoltre viene valutata la lunghezza libera dei tiranti per tenere in conto della maggiore estensione del cuneo di spinta in condizioni sismiche secondo la relazione: $L_e = L_s (1 + 1.5 a_{max} / g)$ in cui L_e è la lunghezza libera necessaria in condizioni sismiche.

Da queste valutazioni è possibile determinare che la lunghezza passiva necessaria sia pari a 10.57 m.

$L_p = d + h'$

Lunghezza Libera in condizioni STATICHE

h =	6,15	m	altezza fuori terra paratia
t =	8,15	m	tratto di paratia infisso nel terreno
h1 =	0,5	m	profondità 1° tirante da sommità paratia
h2 =	4,5	m	profondità 2° tirante da sommità paratia
$\alpha =$	20,0	°	angolo inclinazione tirante
$\phi =$	26,0	°	angolo d'attrito terreno

$L_e = L_p (1 + 1,5 a_g / g)$ Lunghezza Libera in condizioni SISMICHE

$a_g =$	0,140	accelerazione sismica
---------	-------	-----------------------

1° Ordine Tirante	
d =	7,48 m
h' =	1,26 m
Lp =	8,73 m
Lpe =	10,57 m
L_{passiva} = 10,57 m	

Pertanto sulla base delle considerazioni sopra riportate si può concludere che la lunghezza del tratto passivo pari a 11.60 m (accorciamento di 40 cm) rispetto ai 12.0 m di PEA, non comporta alcuna problematica sia nel breve che nel lungo periodo essendo sempre al di fuori del cuneo di spinta attivo di circa 1.0 m.

7 Risoluzione NC n.94 – Errata esecuzione del getto di intasamento dei micropali (N.T. n.°126 del 16-12-2014)

Oggetto della nota tecnica NT126 è la risoluzione della NC n. 94 , rilevata dalla D.L. in data 10/12/2014 e relativa alla errata esecuzione del getto di intasamento dei micropali tra armatura tubolare prevista in progetto e terreno.

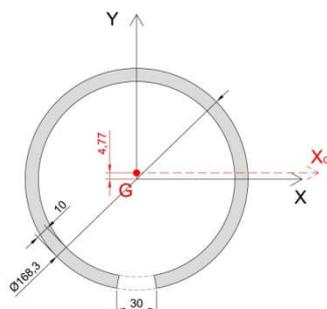
L'opera di sostegno OS68, ubicata nel lotto 2b e compresa tra le progressive che vanno dal km 0+558.96 al km 0+636.37.

Riferimento alla **NON CONFORMITA' n°94 del 10.12.20014.**

L'opera di sostegno OS68 è costituita da una paratia di micropali di sviluppo complessivo pari a circa 77.0 m, dalla le progressiva 0+558.96 a 0+636.37, avente carattere definitivo.

Al fine di garantire la stabilità sono previsti tiranti di ancoraggio a 4 trefoli su una o due file in funzione della sezione tipologica di scavo.

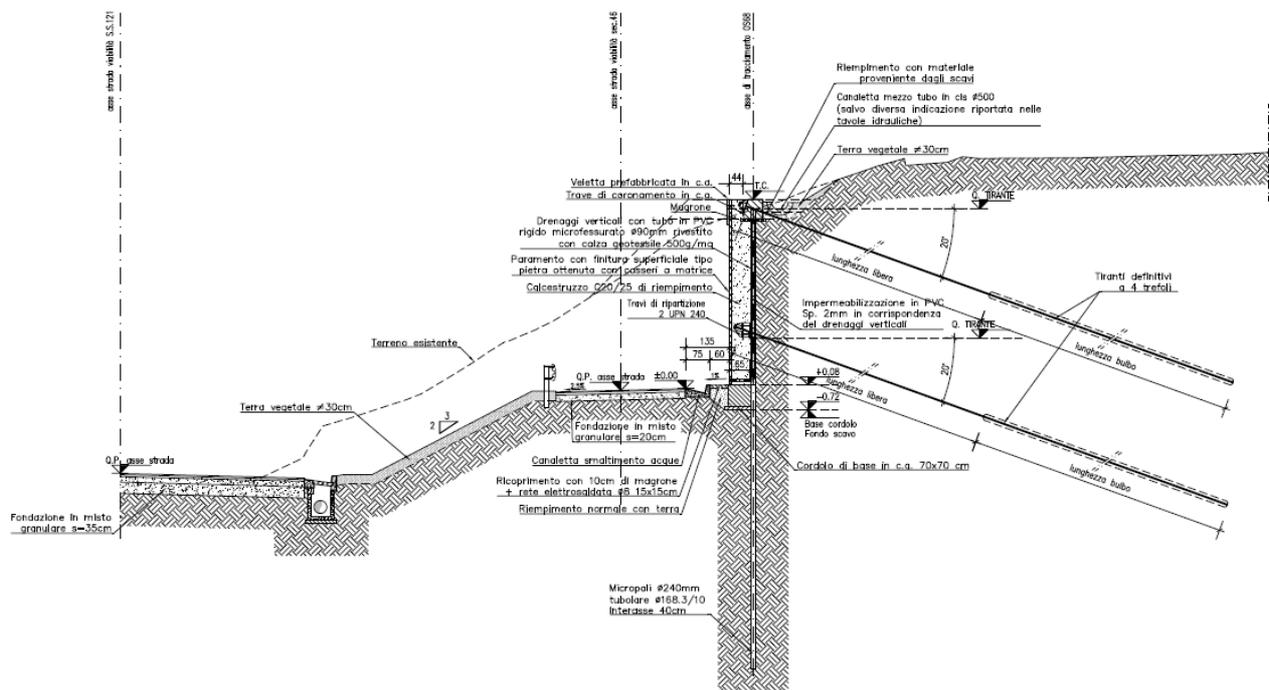
In sede di PED, a cui si rimanda ad apposita relazione di calcolo PEOS68RC01_40_4137, si è previsto di effettuare fori $\Phi 30$ mm, a passo 2 metri e sfalsati di 120° , nelle armature tubolari dei micropali, per migliorare in fase di getto la saturazione della zona tra foro ($D=240$ mm) e armatura tubolare ($D=168.30$ mm) e per assicurare un ricoprimento in boiaccia cementizia, più uniforme al tubolare in acciaio, con l'obiettivo ultimo di garantire una maggiore durabilità complessiva dell'opera;



In sede di scavo di sbancamento, come si vede dalla foto seguente, molti micropali presentano l'armatura tubolare a vista, pertanto risultano privi della malta necessaria a formare il così detto copriferro.

La sezione tipologica dell'opera di sostegno prevede, come rappresentata nella figura seguente, un rivestimento dei micropali mediante un muro in c.a. dello spessore di 65 cm.

Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68



Pertanto per consentire un adeguato intasamento tra terreno e armatura tubolare, evitando il permanere di cavità, si prevede di realizzare il getto di riempimento con calcestruzzo Rck 30/37 classe di esposizione XA1 S4 tale da garantire la massima aderenza e intasamento essendo molto fluido.

Inoltre come riportato nelle UNI EN 14199:2005 – Esecuzione di lavori geotecnici speciali, Micropali, Annex D (Guidance on corrosion rates), in funzione degli anni e quindi della vita dell'opera, stabilisce lo spessore di sacrificio di acciaio a seguito della corrosione dovuta al tempo e in funzione del tipo di ambiente in cui è inserita la paratia.

EN 14199:2005 (E)

Annex D (informative)

Guidance on corrosion rates

Loss of steel thickness (mm) due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater (= Table 4-1 of EN 1993-5)

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,)	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20
Polluted natural soils and industrial grounds	0.15	0.75	1.50	2.25	3.00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat,)	0.20	1.00	1.75	2.50	3.25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,)	0.18	0.70	1.20	1.70	2.20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag,)	0.50	2.00	3.25	4.50	5.75

NOTE 1 The values given are only for guidance. Local conditions should be considered and suitable values taking into account local conditions should be given in the national annex.

NOTE 2 Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.

NOTE 3 The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.

Dalla tabella sudetta è evidente che in 100 anni lo spessore di sacrificio da prendere in esame è di circa 1.20 mm. Per cui dopo 100 anni l'armatura tubolare di spessore 10 mm diviene di 8.80 mm.

Tale riduzione fa sì che date le sollecitazioni in gioco, l'armatura tubolare sia sempre verificata.

Pertanto sulla base delle considerazioni sopra riportate si può concludere che il mancato intasamento in malta tra armatura tubolare e terreno, non comporta alcuna problematica sia nel breve che nel lungo periodo in quanto un elemento in acciaio immerso nel terreno ha una riduzione per effetto della corrosione in 100 anni pari a 1.20 mm. Inoltre si prevede di realizzare un rivestimento in c.a. con calcestruzzo Rck 30/37 XA1 – S4.

8 Risoluzione NC n.°135 – Misure correttive/integrative relative alle travi di collegamento dei tiranti del 2° e 3° ordine (N.T. n.°143 del 20-02-2015)

La nota tecnica in esame è stata emessa per fornire al cantiere le misure correttive da adottare in riferimento al rapporto di NC 135 rilevato da A.S. Anas sulla'opera OS68, che ha evidenziato la non perfetta coincidenza fra alcuni irrigidimenti delle travi di contrasto ed i relativi tiranti.

La problematica è emersa nella realizzazione della trave di ripartizione per i tiranti del 2° ordine della paratia di micropali OS68, tuttavia dal momento che tale evenienza potrebbe presentarsi in forma analoga anche per le altre paratie di pali e micropali previste nei lotti in oggetto, la nota in oggetto intende fornire dei criteri di risoluzione di carattere generale.

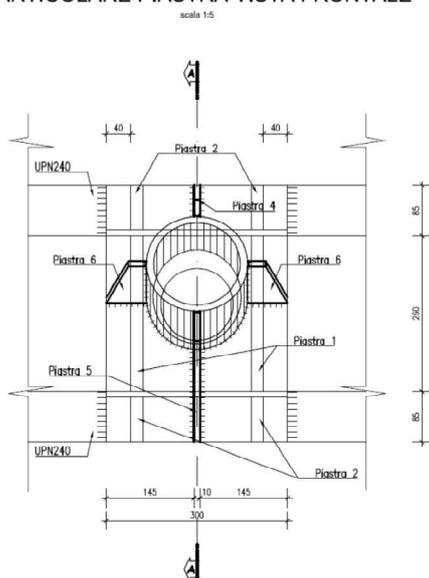
Premesso che le travi di ripartizione dei tiranti di 2° e 3° ordine vengono assemblate e saldate in stabilimento come da disegno costruttivo specifico per ciascuna paratia e richiamando la precedente NOTA TECNICA N.97, recante OGGETTO: "Chiarimenti sulla fornitura e posa delle travi di contrasto per il tesaggio dei tiranti", emessa in data 06/11/2014, all'interno della quale venivano meglio dettagliati gli elementi metallici costituenti il nodo di contrasto dei tiranti di ancoraggio del 2° e 3° ordine ed in riferimento alla figura 1 riportata alla pagina successiva, in cantiere arrivano come pezzo unico i tratti di travi di contrasto costituiti dai seguenti elementi già saldati:

- 2 UPN240, di lunghezza rispondente al piano dei tagli indicato dagli elaborati costruttivi (PED);
- Irrigidimenti (Piastra 1 e Piastra 2) saldate agli UPN in corrispondenza di ciascun tirante, la cui posizione è rappresentata negli elaborati costruttivi (PED) di ogni opera;
- Calastrelli di irrigidimento, come da disegno costruttivo (PED);

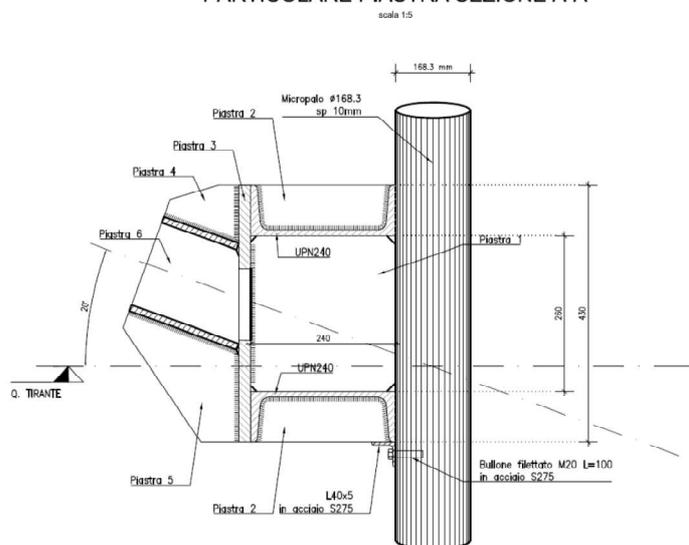
Oltre ai tratti di trave già precostituiti come sopra descritto, arrivano in cantiere come pezzo unico, i sistemi di ancoraggio delle testate dei tiranti da montare in cantiere in corrispondenza di ogni tirante, costituiti da:

- Piastra 3 con foro circolare per passaggio della testa tirante;
- Irrigidimenti (Piastra 4 – 5- 6)
- Bicchiere costituito da un pezzo di tubo $\Phi 168.3$

PARTICOLARE PIASTRA VISTA FRONTALE



PARTICOLARE PIASTRA SEZIONE A-A



Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68

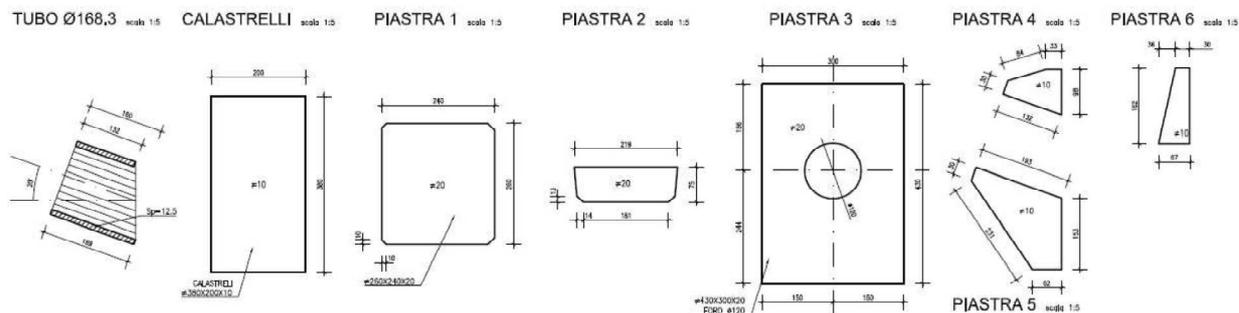


Figura 1-Particolare sistema di contrasto tiranti 2° e 3° ordine

Riferendoci al caso specifico riscontrato sulla paratia di micropali OS68, ma estendendo i medesimi ragionamenti ad eventuali casi analoghi che si potranno presentare sulle altre paratie di pali e micropali previste nell'ambito dei lavori in oggetto, a causa della non perfetta verticalità dei micropali e per esigenze di cantiere di rivedere puntualmente la posizione di alcuni tiranti, si è determinata la non completa corrispondenza tra la posizione dei tiranti "as built" e le nicchie di irrigidimento (Piastr 1 e 2), della trave di ripartizione preassemblata in stabilimento. Per immediata evidenza, si riporta una vista fotografica del difetto riscontrato:



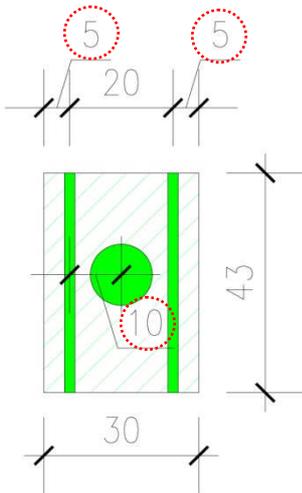
Figura 2-Vista del difetto riscontrato sulla paratia di micropali OS68

8.1 Intervento correttivo nodi di contrasto

Il difetto di corrispondenza tra posizione dei tiranti "as built" e scansione degli irrigidimenti presenti sulla trave di correa, rispondenti al progetto di dettaglio (PED), detta la necessità di eseguire l'integrazione, ove necessario, delle piastre di irrigidimento 1 e 2, che dovranno essere saldate a piè d'opera.

Relazione tecnico-descrittiva - paratia di micropali OS68

In riferimento alla figura sotto riportata, nella quale viene mostrato lo schema di progetto degli irrigidimenti rispetto a tirante e piastra 3 di contrasto, ove gli irrigidimenti sono posti a 10cm dall'asse tirante ed a 5cm rispetto ai bordi della piastra, dovrà essere seguito il seguente criterio generale:



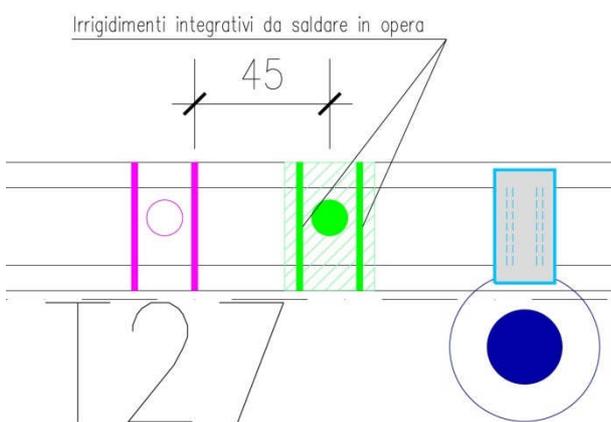
- laddove lo scostamento orizzontale tra irrigidimento "as built" e centro del tirante sia inferiore a 15cm, l'irrigidimento, pur discostandosi leggermente dalla posizione di progetto, potrà essere mantenuto nella propria posizione (vedi caso esemplificativo tirante T31);

- laddove invece lo scostamento orizzontale tra irrigidimento "as built" e centro del tirante sia superiore a 15cm, dovranno essere ripristinati entrambi gli irrigidimenti attorno al tirante come da particolari costruttivi di PED (vedi caso esemplificativo tirante T27);

Quanto sopra detto non vale, evidentemente, per gli irrigidimenti "as built" che si vengano a trovare in posizione interferente con i tiranti di progetto; in tal caso gli irrigidimenti in questione dovranno essere eliminati e sostituiti da nuove piastre di irrigidimento da saldare nella corretta posizione di progetto.

A seguire si riportano a pagina successiva due schemi grafici relativi agli interventi sul T27 e sul T31, rappresentativi della casistica degli interventi correttivi previsti.

Ripristino di entrambi gli irrigidimenti



Ripristino di un solo irrigidimento

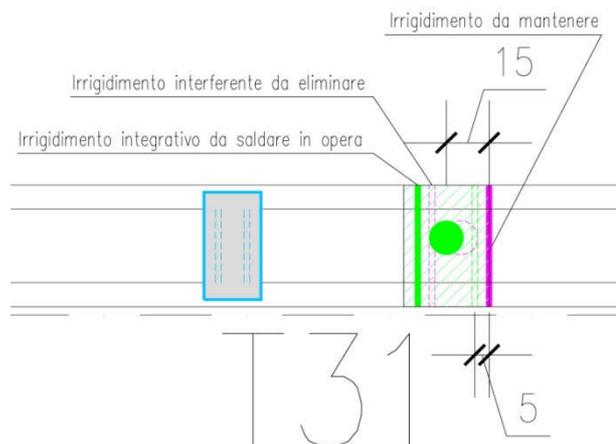




Tabella 1- Dettaglio degli interventi correttivi previsti

Si riporta a seguire in forma tabellare il quadro riepilogativo degli scostamenti orizzontali rilevati sulla OS68 a cui è associato il corrispondente intervento correttivo previsto. Prima di saldare le piastre integrative è opportuno verificare che lo scostamento reale corrisponda a quello riportato in tabella; in ogni caso valgono i criteri generali sopra riportati.

	SCOSTAMENTI TIRANTE DI PROGETTO/ TIRANTE "AS BUILT" [cm]	INTERVENTO CORRETTIVO	IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI DA SALDARE IN CANTIERE (Piastra 1+2xPiastra2)
T21	-5	SALDARE IL SOLO IRRIGIDIMENTO A DESTRA DEL T21	1
T22	0	IRRIGIDIMENTI CONFORMI AL PROGETTO (PEA)	
T23	+40	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T24	-10	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T25	-5	SALDARE IL SOLO IRRIGIDIMENTO A DESTRA DEL T25	1
T26	-15	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T27	-55	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T28	0	IRRIGIDIMENTI CONFORMI AL PROGETTO (PEA)	

T29	-30	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T30	-35	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T31	+5	SALDARE IL SOLO IRRIGIDIMENTO A SINISTRA DEL T31	1
T32	+35	SALDARE I DUE IRRIGIDIMENTI INTEGRATIVI	2
T33	0	IRRIGIDIMENTI CONFORMI AL PROGETTO (PEA)	
T34	0	IRRIGIDIMENTI CONFORMI AL PROGETTO (PEA)	
			17

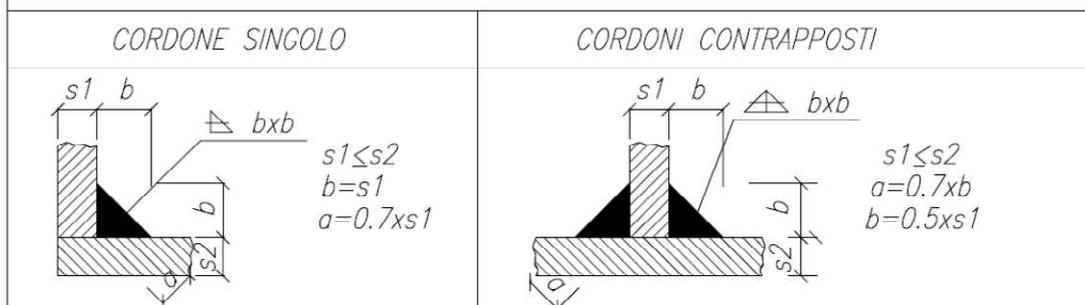
Tabella 2-Riepilogo scostamenti ed interventi correttivi previsti

Richiamando quanto già esposto con *NOTA TECNICA N.35 "Paratie di Pali e micropali con più ordini di tiranti"*, emessa in data 18/07/2014, si riportano a seguire le caratteristiche delle saldature da eseguire in opera per l'assemblaggio delle suddette piastre ed irrigidimenti:

UNIONI SALDATE:

Secondo "D.M. 14/01/2008 "nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"

–Saldature a cordone d'angolo: secondo l'altezza di gola riportata;



Dettaglio esecutivi delle saldature a cordoni d'angolo da eseguire per l'assemblaggio in cantiere delle piastre costituenti il sistema di ancoraggio.

8.2 Piastre integrative nel caso vi sia "luce" tra palo/micropalo ed UPN

Il presente paragrafo intende fornire al C.G. un riscontro tecnico-operativo durante la realizzazione di tutte le opere di sostegno incluse nel presente Appalto, laddove l'eventuale non perfetta verticalità di pali e/o micropali, seppur contenuta entro le tolleranze consentite dal C.S.A., comporti che vi sia "luce" tra il filo esterno dei pali/micropali e la superficie della trave di ripartizione metallica dei tiranti del 2° e 3° ordine.

In tali circostanze, risulta necessario prevedere l'inserimento di piastre di contrasto di spessore adeguato a compensare lo scostamento, tra le ali dell'UPN ed il palo, e di dimensioni tali da assicurare la continuità ed efficacia del contrasto e la trasmissione del tiro dei tiranti ai singoli pali.

A tal uopo, l'altezza delle piastre dovrà essere almeno pari alla altezza dei 2 UPN (≥ 43 cm) ed una larghezza minima di 30 cm.

Le piastre impiegate per tale uso, dovranno essere in acciaio S275, al pari di quello previsto per le altre piastre e per le travi di collegamento, e le stesse dovranno essere messe efficacemente in forza, tra palo ed UPN, prima del definitivo tiro e serraggio dei tiranti.

p.Ati Progettisti

Ing. Marcello Mancone