

**LAVORI DI RIFACIMENTO DEL MASSETTO E
SOSTITUZIONE DELLA ROTAIA AZIMUTALE
DELL'ANTENNA VLBI DI MEDICINA**

J. Roda, G. Zacchiroli, M. Morsiani, A. Orfei

Rapporto Interno IRA 386/06

D:/ProgettiFiniti/Rotaia96-99/Nuovosistema/IRA386-
06NuovaRotaia.doc

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. PRECEDENTE CONFIGURAZIONE	4
2.1 INTRODUZIONE	4
2.2 DEGRADO NEL TEMPO	5
3. TEST SU PROVINI	9
4. NUOVA CONFIGURAZIONE	14
4.1 INTRODUZIONE	14
4.2 DESCRIZIONE PARTI	15
4.2.1 <i>Rotaia e Manine</i>	15
4.2.2 <i>Piastre</i>	16
4.2.3 <i>Grout</i>	18
4.3 REALIZZAZIONE	20
4.3.1 <i>Demolizione massetto esistente</i>	20
4.3.2 <i>Montaggio piastre e rotaia – Allineamento</i>	20
4.3.3 <i>Posa dei cementi</i>	25
4.3.4 <i>Protezione del Grout</i>	28
4.4 RISULTATI	29
5. CONSIDERAZIONI	32
6. RIFERIMENTI	33
ALLEGATO A	34
ALLEGATO B.....	36
ALLEGATO C	37
ALLEGATO D	40

1. INTRODUZIONE

La movimentazione azimutale dell'antenna parabolica di Medicina è realizzata mediante quattro ruote che rotolano su una rotaia di diametro pari a 18.3m.

Sulla suddetta rotaia si sono riscontrati nel tempo vari problemi di degrado, e primo fra tutti, delle profonde cricche laterali nelle zone di giuntura dei vari settori.

Nel 1995 dopo aver riscontrato questo problema, si studiò il caso (Rif. 3) e da tali studi si dedusse che la causa del deterioramento della rotaia era dovuto principalmente ad uno slittamento dei giunti bullonati alla base dell'alidada. Tale evento aveva pregiudicato il corretto allineamento delle ruote che quindi premevano e strisciavano in maniera anomala sulla rotaia. Questo disallineamento, oltre ad avere causato le cricche laterali, ha deteriorato il piano superiore della rotaia e la banda di rotolamento delle ruote.

Una seconda causa di degrado fu individuata nel progressivo deterioramento del massetto in "grout".

Nell'estate del 1996 si decise di ripristinare correttamente il piano e l'asse azimutale dell'antenna sostituendo completamente ruote e rotaia, ricostruendo il massetto in grout, il supporto della ralla centrale, e riallineando il tutto seguendo le procedure TIW. Tale procedura è stata eseguita secondo i protocolli noti, con le eccezioni dovute al fatto che la struttura dell'antenna era già montata.

Per la ricostruzione del massetto, ci si era accordati con la ditta titolare dei lavori (ABB SAE SADELM) per utilizzare due diversi tipi di cementi (grout + malta epossidica). La scelta del tipo di grout da utilizzare fu luogo di approfondita discussione tra i membri del CNR, la ABB e la SIKA (ditta produttrice della malta). Tali discussioni erano fondate principalmente sul fatto che il prodotto scelto dalla ditta appaltatrice (Monotop 652-I) è un prodotto a ritiro controllato, anziché ad espansione come si sarebbe voluto. Inoltre le specifiche di tale prodotto dichiarano una resistenza alla compressione inferiore a quella allora desiderata. Nel far concordare le parti venne stilato un documento che riassume i dubbi dei membri del CNR e le garanzie fornite da SIKA-ABB.

I lavori iniziarono nell'estate del 1996. La posa del grout avvenne nel mese di agosto durante le ore notturne, mentre la successiva posa della malta epossidica fu fatta dopo 28 giorni durante le ore diurne.

Già all'indomani del getto della malta epossidica, si notarono fenomeni anomali che destarono subito preoccupazioni; in corrispondenza di tutto il lato esterno a sud della fondazione si notarono fessurazioni orizzontali tra grout e malta epossidica. Una prima ipotesi della causa di questa anomalia venne attribuita ad una disuniformità della temperatura della rotaia al momento della posa della malta epossidica eseguita, come detto, nelle ore diurne.

Nei periodi successivi si continuò a monitorare lo stato del massetto misurando le deformazioni che si verificavano al passare della ruota in diversi punti della rotaia. I risultati ottenuti dimostravano un progressivo peggioramento della resistenza del massetto, e l'aumentare delle fessurazioni tra grout e malta epossidica.

Per cercare di capire le reali cause del degrado del massetto e trovare una soluzione alternativa per l'inevitabile rifacimento, si decise, con l'aiuto della

ditta ABB, allora titolare dei lavori, di eseguire dei test su provini che simulassero le condizioni reali del massetto utilizzando sia i materiali impiegati nella realizzazione effettiva, sia nuovi prodotti.

I test che saranno successivamente descritti, non hanno dato però risposte chiare e sicure a causa di alcuni problemi nella macchina di prova.

Parallelamente a questi test, è stato chiesto un aiuto a uno studio tecnico di Milano (BCV) per cercare di capire tramite modelli ad elementi finiti, le vere cause del degrado del massetto esistente e definire un eventuale progetto alternativo che garantisse durata e qualità da implementare in caso di un inevitabile rifacimento del “sistema” rotaia.

Risultato dello studio sulla configurazione esistente sopra descritta (Rif. 4) è stata la conferma dei dubbi da noi sollevati sui prodotti utilizzati e sul fatto che il grout e la malta epossidica hanno coefficienti di dilatazione termica troppo differenti tra loro da causare inevitabilmente il distacco nel punto di contatto.

La proposta di rifacimento che proponeva lo studio, prevedeva la costruzione di un'unica piastra continua di interfaccia da interporre tra rotaia e cemento in modo da mantenere uno spessore di grout uniforme su tutto il perimetro. Per quanto concerne il tipo di cemento, la BCV consigliava l'utilizzo di un Grout fibrorinforzato che è in grado di resistere non solo a forti carichi di compressione, ma ha anche una ottima resistenza a sollecitazioni di trazione.

Nella Primavera del 2000 si giunse alla conclusione che il massetto andava rifatto seguendo le indicazioni fornite dalle studio tecnico di Milano. Nello stesso periodo ci si rese anche conto che sulla rotaia, causa questi fenomeni di degrado del massetto, si stavano nuovamente creando le cricche longitudinali nel punto di giuntura dei settori. Purtroppo i tempi per poter produrre una nuova rotaia erano troppo lunghi e quindi si decise di dividere il lavoro in due parti: la prima prevedeva la costruzione e posa della piastra di interfaccia, il rifacimento del massetto con grout fibrorinforzato e il rimontaggio della vecchia rotaia opportunamente adattata alla nuova soluzione, la seconda la sostituzione della rotaia “rovinata” con una nuova.

Le nostre contestazioni verso la ditta ABB al lavoro fatto nel 1996 furono accolte e la ABB rifece, in garanzia, cioè senza oneri per il CNR, la parte di lavoro mal riuscito nel 1996. Il presente rapporto descrive la nuova soluzione adottata.

2. PRECEDENTE CONFIGURAZIONE

2.1 Introduzione

Il piano di rotolamento in azimuth dell'antenna parabolica di Medicina è composto da una rotaia circolare di diametro 18.3m divisa in 12 settori (Fig. 1). Ogni settore, di circa 4.8m di corda, è ancorato a piastre in acciaio aventi spessore 50mm, poste ad un interasse pari a circa 800mm. Tali piastre sono a loro volta ancorate alla fondazione in cemento armato mediante tirafondi. L'intercapedine tra l'insieme delle piastre più la rotaia e la fondazione costituisce il massetto di supporto.

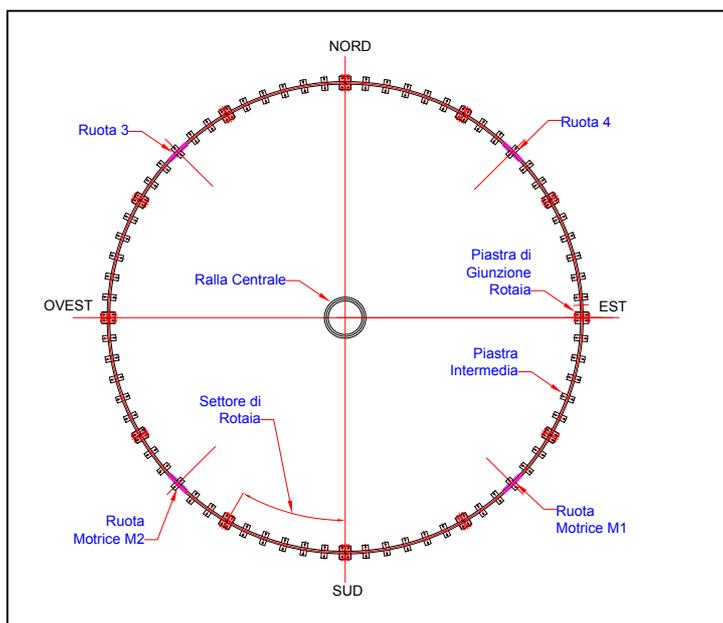


Fig. 1
Disposizione delle piastre e della rotaia nella configurazione precedente

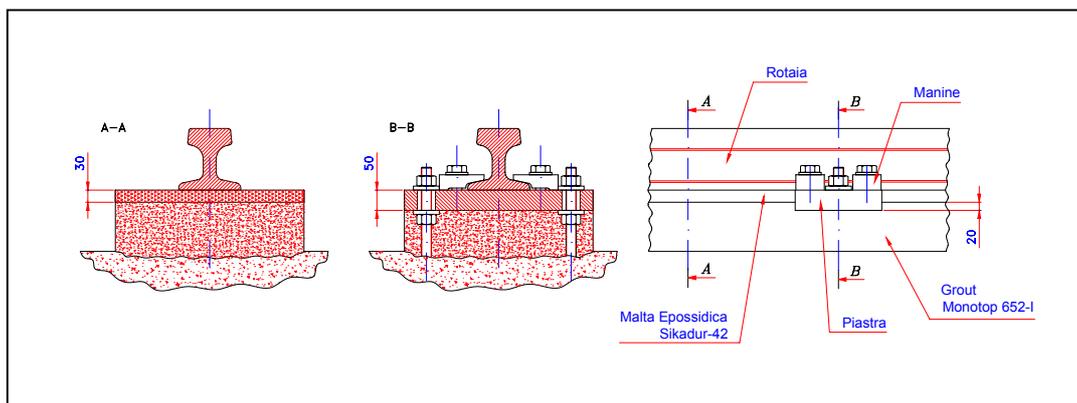


Fig. 2
Configurazione del massetto

Nella figura 2, la sezione A-A rappresenta il tratto di rotaia tra due piastre di serraggio. In questa sezione si vede che la rotaia appoggia su uno strato di malta epossidica di 30mm posta tra la rotaia stessa e il grout. La sezione B-B rappresenta la zona del massetto in cui la rotaia è fissata tramite manine ad una piastra, a sua volta fissata tramite tirafondi alla fondazione. In figura si può notare che la piastra su cui è fissata la rotaia è a diretto contatto con il grout.

2.2 Degrado nel tempo

I primi problemi sul tipo di configurazione in oggetto si sono avuti subito dopo la posa della malta epossidica; il massetto infatti presentava fessurazioni orizzontali tra il grout e la malta epossidica nella parte esterna a sud della fondazione.

Già nel primo anno questi fenomeni di degrado sono aumentati notevolmente fino a culminare in alcuni punti con il distacco della malta epossidica dal grout. (Fig. 3)



Fig. 3 - Foto di una zona di rottura della malta epossidica

Un secondo fenomeno di rilevante importanza è stato anche la formazione di fessurazioni all'interno del grout stesso in corrispondenza delle piastre in acciaio. (Foto 4 - 5 - 6)



Fig. 4 - Foto di fessurazioni nel grout in corrispondenza della piastra di giunzione della rotaia



Fig. 5 - Foto di fessurazioni tra grout e malta epossidica in corrispondenza della piastra di ancoraggio intermedia



Fig. 6 - Foto di fessurazioni

Per monitorare il comportamento del massetto, sono state fatte misure di cedimento sotto carico in diversi punti della rotaia. Tali misure furono fatte usando un comparatore centesimale, posizionato verticalmente sul piede della rotaia e ancorato a una piastra in acciaio, appoggiata su un sacco di sabbia sull'esterno della fondazione. Le misure furono eseguite facendo transitare la

ruota motrice sul tratto di settore interessato, e per ogni grado di azimuth furono segnati i valori indicati dal comparatore. (Fig. 7)



Fig. 7 - Foto di come sono state eseguite le misure

Con tali misure, fatte in diverse posizioni del perimetro e in diverse zone del massetto, si cercò di capire il reale motivo del degrado e le zone dove tale fenomeno si verificava maggiormente.

Qui sotto sono riportati alcuni grafici relativi alle deformazioni sotto il carico della ruota motrice 1 (ruota a Sud/Est con antenna in posizione di stow).

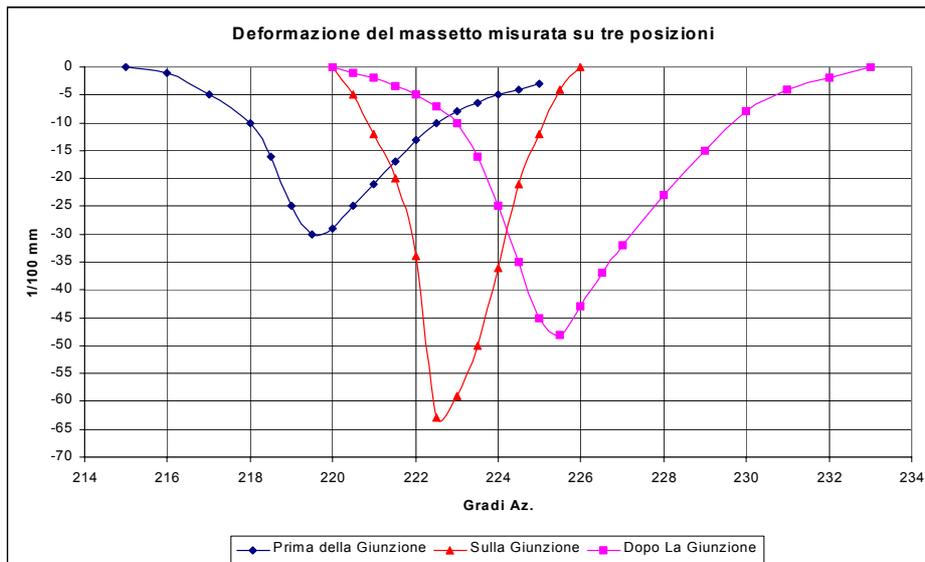


Fig. 8 - Grafico delle deformazioni del massetto al passaggio della ruota motrice 1 rilevata su tre punti

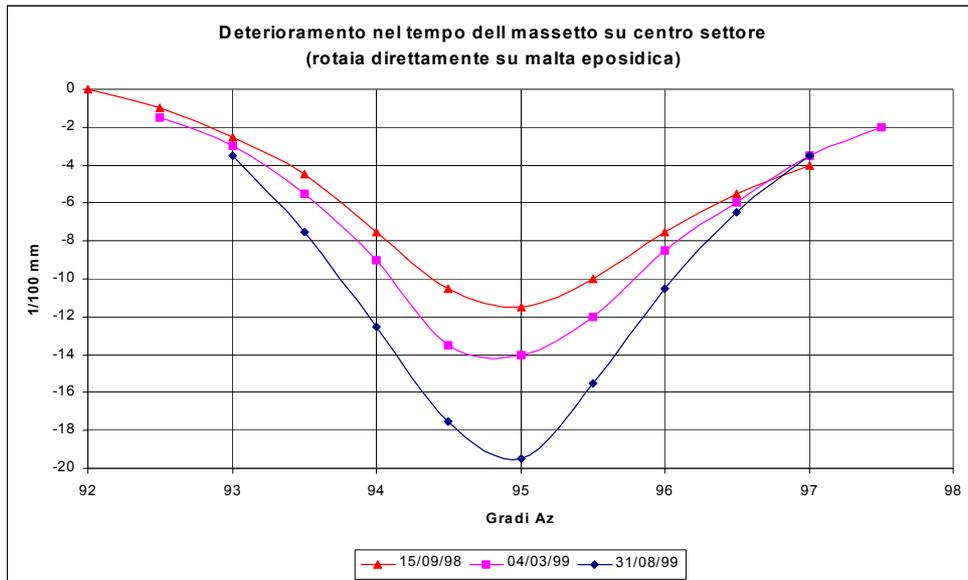


Fig. 9 - Grafico delle deformazioni del massetto nel tempo

Come si può ben notare nel grafico di figura 8, la deformazione maggiore del massetto si aveva nella zona sottostante la piastra di acciaio, sintomo abbastanza evidente che il grout non si era espanso nel momento della posa, ma al contrario aveva avuto un ritiro, creando un vuoto tra cemento e piastra. Nel grafico di figura 9 è riportato il degrado del massetto nel tempo.

Come risulta anche dai calcoli dello studio tecnico BCV, i carichi che arrivano al piede della rotaia sono molto elevati e creano tensioni consistenti soprattutto sul perimetro laterale della "suola" della rotaia. Se si considera che l'insieme rotaia-malta-grout o rotaia-piastra-grout è sottoposto a carichi ciclici, ne consegue un progressivo degrado che causò nel tempo un aumento delle deformazioni.

3. TEST SU PROVINI

Come è stato precedentemente detto il progressivo degrado del massetto di supporto della rotaia è stato tale da dover prendere in considerazione il suo rifacimento. Per poter ottenere una soluzione al problema si pensò di fare dei test su provini che simulassero sia la configurazione attuale sia altre possibili soluzioni alternative con materiali diversi. Tali test furono concordati con la ditta ABB, titolare dell'ultimo lavoro sul massetto, la quale progettò e costruì un sistema su cui testare soluzioni diverse. (Fig. 10 - 11)



Fig. 10 - Foto della struttura a portale

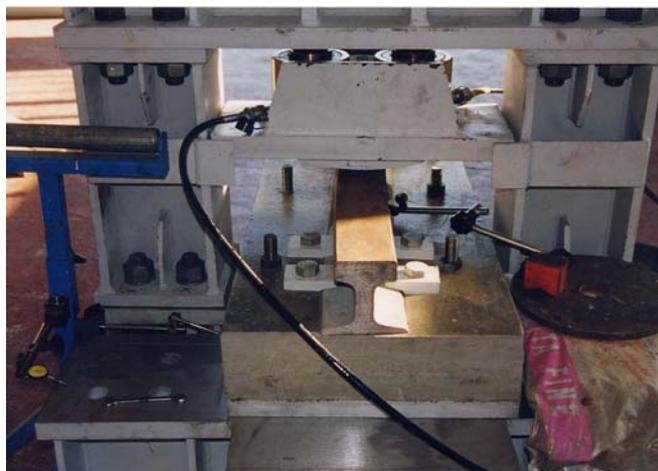
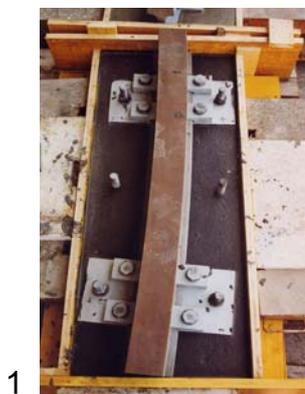


Fig. 11 - Foto di un provino sotto test

Tale sistema era composto da una struttura portante in acciaio e da una serie di provini su cui fare i test.

I provini erano costituiti da piastre in acciaio (1325x525x40) su cui erano saldate delle barre filettate M27 che simulavano i tirafondi. Su tali barre vennero fissate, tramite due dadi con relative rondelle, le piastre di ancoraggio della rotaia la quale a sua volta fu fissata sopra le piastre con delle manine uguali a quelle usate nell'applicazione reale. Per garantire l'adesione del cemento sulla piastra in acciaio "di fondazione", fu posato uno strato di ghiaietto miscelato con resina epossidica. Intorno alle piastre così composte, furono fatti dei casseri di legno e furono gettati diversi cementi per simulare tre diverse soluzioni :

1. SIKA Monotop 652-I + Sikadur 42 (uguale alla situazione costruita)
2. Tutto SIKA Grout 212 con le sole 2 piastre in corrispondenza dei tirafondi
3. Tutto SIKA Grout 212 con piastra intermedia tra le due piastre con i tirafondi



Mentre le configurazioni 2 e 3 furono posate in un unico giorno, la soluzione 1, essendo costituita da due componenti, era stata eseguita in due volte, cercando di rispettare i canoni richiesti dalle specifiche.

Già in queste prime fasi delle gettate, si erano verificati i primi problemi e le prime anomalie; in tutte e tre le versioni, nei giorni successivi le gettate dei cementi, si era notato il formarsi di fessurazioni in corrispondenza delle manine di ancoraggio della rotaia. (Fig. 12)

Tale fenomeno era stato attribuito a variazioni termiche della rotaia.



Fig. 12 - Foto di fessurazioni sui provini

Nella soluzione 1 dopo la prima gettata del Monotop 652 si notarono crepe di distacco intorno alle piastre di fissaggio della rotaia dell'ordine di alcuni decimi di millimetro. Tale fenomeno è da attribuirsi al fatto che il Monotop, come precedentemente detto, non è un cemento ad espansione, ma a ritiro "controllato".



Fig. 13 - Foto di fessurazioni sui provini



Fig. 14 - Foto di fessurazioni sui provini

Nella soluzione 1, aspettati i 28 giorni per l'indurimento completo del cemento è stata posata la malta epossidica SIKADUR 42 fino al raggiungimento del livello stabilito.

La struttura su cui si fecero i test era composta da un basamento su cui, tramite due colonne, era montata una trave a portale. Il basamento era provvisto di fori che servivano per il fissaggio del provino. Nella parte sottostante la trave, appoggiata sulla rotaia, veniva collocata una piastra a forma di calotta sferica per simulare la ruota. Il carico si otteneva utilizzando due martinetti idraulici da 100 tonnellate interposti tra la trave e la piastra.

I test venivano eseguiti posizionando il provino sul basamento con la piastra del carico posizionata sul punto nel quale si eseguiva la misura. Sul piede della rotaia in corrispondenza della zona interessata veniva posizionato un comparatore centesimale e applicando gradualmente il carico con i due martinetti si eseguivano le letture delle deformazioni. (Fig. 15 - 16)



Fig. 15 - 16 - Foto del banco prova

Purtroppo le misure effettuate non diedero i risultati sperati. Alcuni aspetti del sistema, sottovalutati in fase di progetto, hanno pregiudicato le successive misure. Il problema principale fu sicuramente la non perfetta planarità fra il piano di appoggio sul basamento e la piastra del provino stesso. Come si vede dal grafico in figura 17, tali imperfezioni del sistema di misura provocavano grosse deformazioni con bassi carichi che falsavano la misura e soprattutto generavano delle tensioni tali da provocare il distaccamento del cemento dalla piastra rendendo il provino inutilizzabile per altre misure.

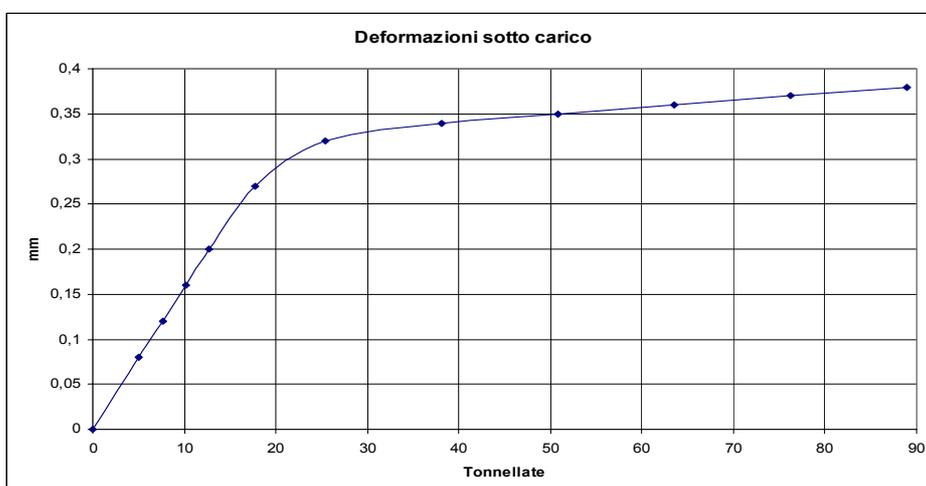


Fig. 17
Grafico delle deformazioni sotto carico di un provino testato

La cosa forse più interessante di questa fase di test è stata quando nel momento della demolizione dei provini si è potuto vedere il comportamento dei materiali in fase di indurimento. Molto interessante è stato il constatare che nel provino tipo 1 le piastre di ancoraggio della rotaia erano completamente staccate dal massetto di grout Monotop 652 tanto da poter inserire sotto la piastra uno spessimetro di 0.2 mm per tutta la sua lunghezza. (Fig. 18) Fenomeno evidente di un ritiro del grout in fase di indurimento.



Fig. 18 - Foto che evidenzia uno spessimetro di 0.2 mm che si infila tra piastra e grout

Un'altra constatazione di rilievo notata sui provini demoliti è stato il riscontrare come il Sikagrout 212 della SIKA ottenga la sua espansione: sembra infatti che la reazione chimica che permette l'espansione, provochi la formazione di gas, che non riesce a fuoriuscire e si raduna proprio nel punto di contatto tra malta e piastra stessa, riducendone di conseguenza l'area di contatto.

Tale reazione probabilmente continua anche nella fase plastica dell'indurimento dove il gas che non riesce più a risalire fino alla superficie genera piccole bollicine anche all'interno della malta. (Fig. 19 - 20)

Tale fenomeno lo si è potuto riscontrare anche durante la demolizione del massetto sotto la rotaia dall'antenna nel momento del cantiere confermando quello che si era potuto vedere dai provini. (Fig. 21)



Fig. 19 - Foto che evidenzia le bolle sulla malta dopo aver tolto la piastra



Fig. 20 - Particolare ingrandito della Fig. 19



Fig. 21 - Foto delle bolle sul grout dopo aver tolto le piastre durante il cantiere

4. NUOVA CONFIGURAZIONE

4.1 Introduzione

Gli studi eseguiti dallo studio tecnico BCV portarono a una nuova soluzione del sistema di supporto della rotaia (Rif. 5) che il personale CNR tradusse in pratica ideando un sistema composto da 24 settori circolari di spessore 60mm che, collegati tra loro tramite un giunto a gradino bullonato, formavano una piastra anulare continua da frappare tra rotaia e grout. (Fig. 22)

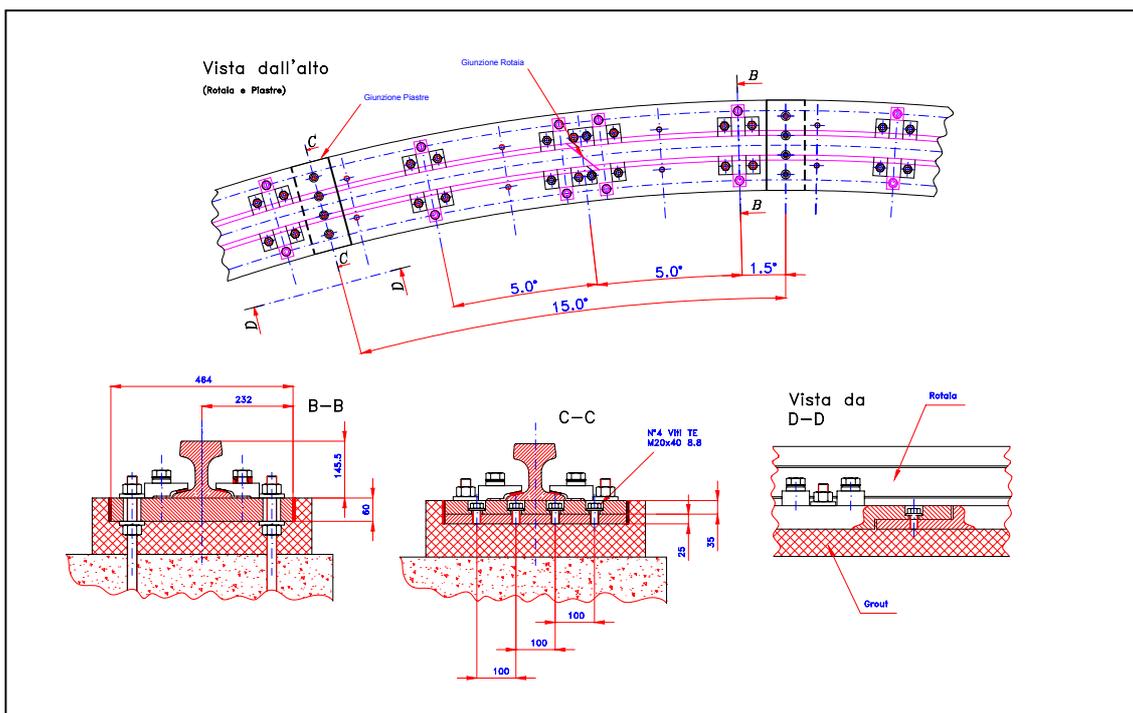


Fig. 22 - Rappresentazione della nuova soluzione

La rotaia, ora lavorata su entrambi i piani con un parallelismo controllato in tolleranza, è stata fissata sulla piastra suddetta utilizzando un sistema a manine distanziate di circa 800mm come nella precedente configurazione, ma in fase di progetto sono stati previsti sui settori circolari, dei punti di fissaggio intermedi per poter aggiungere manine in un secondo momento.

Il grout utilizzato per riempire l'intercapedine sottostante la piastra non era più una normale malta a ritiro controllato ma bensì una malta cementizia fibrorinforzata ad espansione "EMACO SFR". (Allegato A)

Rispetto alla configurazione precedente, con questa nuova soluzione si è riusciti a diffondere maggiormente e soprattutto ad uniformare l'entità degli sforzi applicati al grout, aumentando di fatto i fattori di sicurezza a compressione e a trazione della malta stessa.

4.2 Descrizione Parti

4.2.1 Rotaia e Manine

Come detto nell'introduzione a causa del degrado del massetto, sul fianco della rotaia si iniziavano a vedere le cricche longitudinali nei punti di giuntura dei settori. Purtroppo i tempi per poter produrre una nuova rotaia erano troppo lunghi e quindi si decise di adattare la rotaia esistente alla nuova soluzione, programmando preventivamente la sostituzione della stessa con una nuova l'estate successiva.

La rotaia della vecchia configurazione era lavorata sul piano di rotolamento superiore, agli estremi della faccia inferiore per un tratto di circa 380mm e le due testate tagliate a 45°. Nella nuova soluzione invece, era necessario che i dodici settori avessero tutti la stessa altezza con la faccia inferiore completamente lavorata e parallela entro tolleranza al piano di rotolamento superiore.

Le modifiche vennero eseguite dalla ditta "Nuova UPD S.r.l." che, in seguito alle nostre richieste, spianò tutta la faccia inferiore dei settori e diede una rifinitura del piano di rotolamento portando tutti i settori alla stessa altezza entro le tolleranze da noi stabilite. (Fig. 24)

La misura dell'altezza dei vari settori rilevata agli estremi degli stessi è riportata di seguito:

Settore	Estremo Sx mm	Estremo Dx mm
1-2	144,950	144,915
2-3	144,990	144,990
3-4	145,010	145,000
4-5	144,915	144,915
5-6	144,940	144,925
6-7	144,925	144,925

Settore	Estremo Sx mm	Estremo Dx mm
7-8	144,960	144,925
8-9	144,965	144,945
9-10	144,960	144,935
10-11	144,940	144,935
11-12	144,950	144,960
12-1	144,925	144,910

Tali modifiche hanno ridotto l'altezza complessiva della rotaia portandola al valore minimo accettabile ma soprattutto hanno diminuito notevolmente lo spessore del piede della rotaia stessa. Tale riduzione ci ha costretti ad aggiungere degli spessori tra la rotaia e le manine, in modo da posizionare il piano di serraggio (parte superiore della manina) il più ortogonale possibile all'asse del bullone.

Per recuperare ulteriori eventuali inclinazioni del piano superiore delle manine, si è passati alla soluzione delle rondelle sferiche - supporto conico che garantiscono un buon serraggio anche su piani non perfettamente ortogonali all'asse del bullone. (Fig. 23)

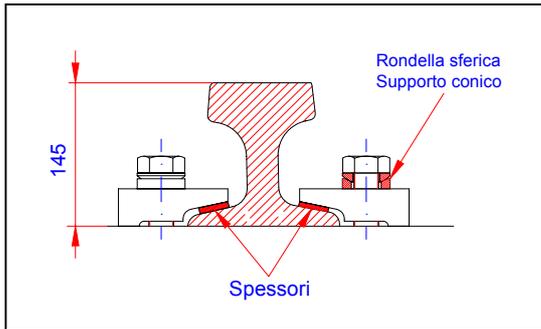


Fig. 23 - Sistema di fissaggio della rotaia

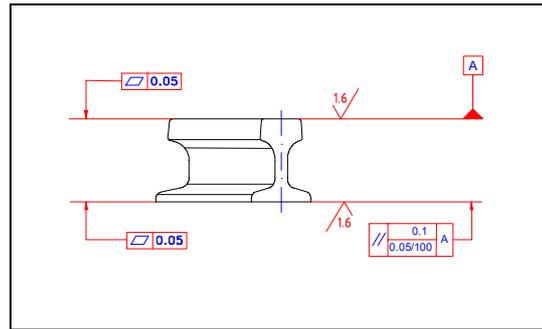


Fig. 24 - Tolleranze geometriche per modifica rotaia

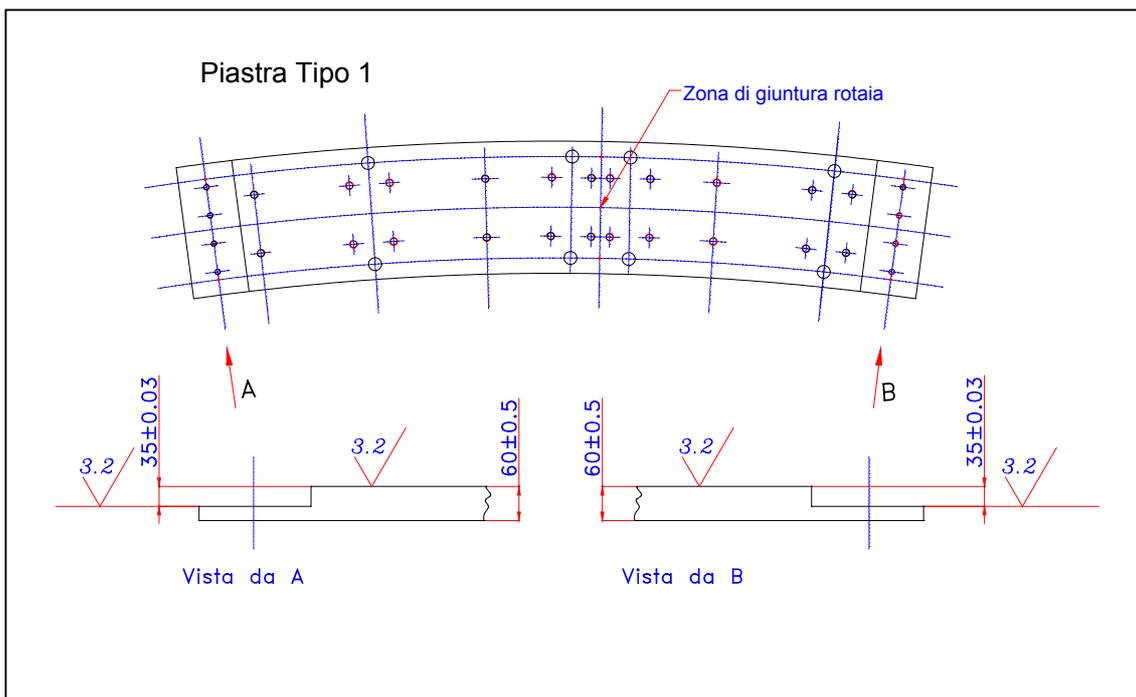
Questo lavoro di adattamento, oltre alle considerazioni sopra descritte, ha provocato una leggera rotazione dell'anima della rotaia con una conseguente variazione dell'angolo dei tagli agli estremi dei segmenti. Come descritto successivamente, tale piccola variazione ci ha costretto, in fase di allineamento della rotaia, a chiudere l'anello su un diametro superiore di qualche millimetro.

4.2.2 Piastre

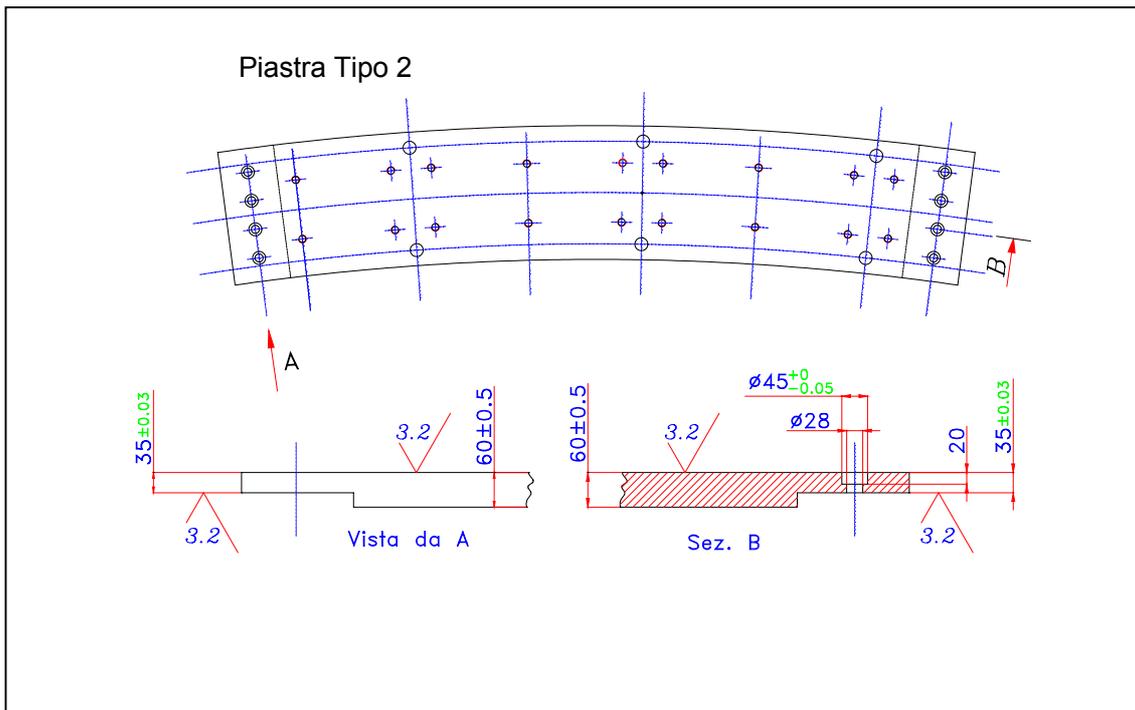
L'intervento proposto per il rifacimento del massetto consisteva nel ridurre le sollecitazioni all'interno del grout mediante l'uso di una piastra di ripartizione del carico tra la rotaia e il grout. Viste le notevoli dimensioni dell'anello che si doveva costruire si decise di suddividere la piastra in 24 settori circolari uniti con giunti a gradino; tale suddivisione consente anche di compensare le dilatazioni termiche dell'anello così formato.

Per facilitare le fasi di montaggio, le piastre che costituiscono l'anello circolare sono di tre tipi:

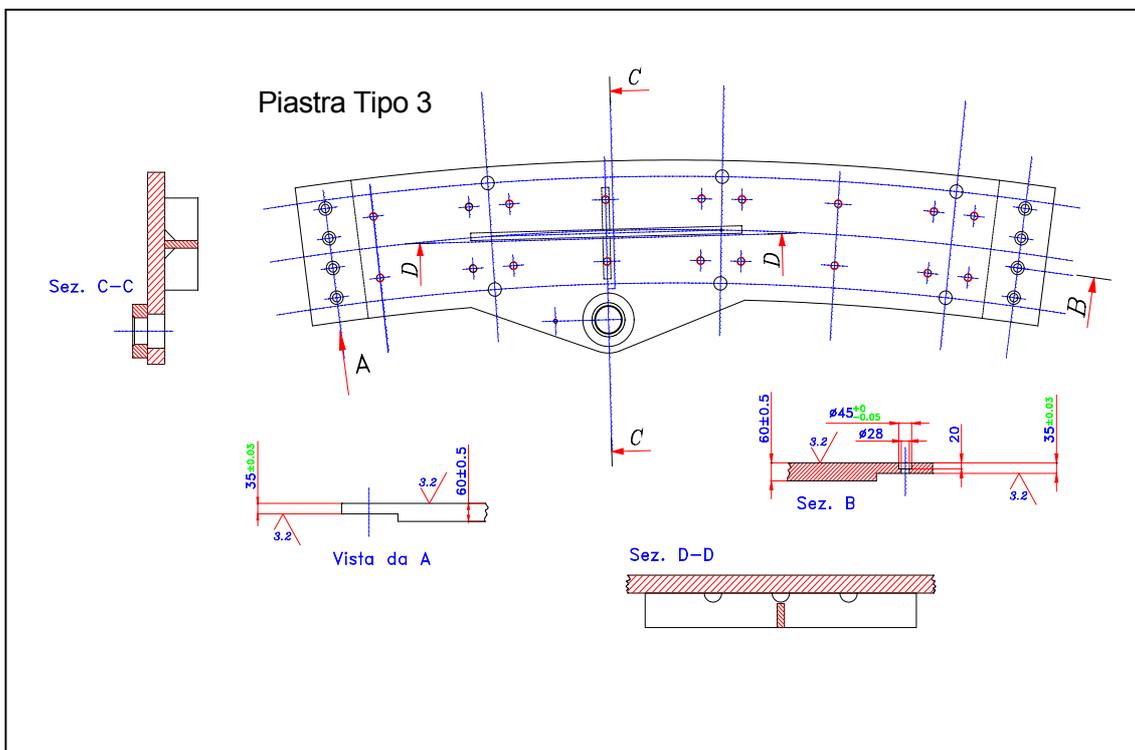
Tipo 1 - 12 settori con estremità a gradino superiore e foratura per ancoraggio giunzioni rotaia.



Tipo 2 - 11 settori con estremità a gradino inferiore e fori sui giunti passanti con lamature.



Tipo 3 - 1 settore con estremità a gradino inferiore predisposto per alloggiare perno di fermo in azimuth



Tutte le piastre sopra rappresentate sono state costruite dalla stessa ditta che ha modificato la rotaia (Nuova UPD S.r.l.). Le lavorazioni richieste erano essenzialmente quelle di costruire delle piastre come a disegno in acciaio Fe510 con buona finitura e planarità superficiale facendo molta attenzione sugli estremi dove vi erano i punti di giunzione.



Fig. 25 - Foto della zona di giunzione delle piastre

La soluzione così adottata permette di ottenere, una volta montati i settori, un buon piano d'appoggio che permetterà una successiva sostituzione della rotaia senza dover rifare il massetto.

La scelta di questo tipo di giunto per unire le piastre deriva dalla necessità di limitare le deformazioni termiche che provocherebbe un anello unico di tali dimensioni. Il precarico dei quattro bulloni del giunto che accoppiano gli estremi delle piastre, non è sufficiente a creare un attrito tra i due piani tale da renderlo rigido. Così facendo, all'aumentare dei carichi causati dalle eventuali variazioni termiche, in corrispondenza dei giunti si avranno degli scorrimenti tra le due piastre.

4.2.3 Grout

La scelta del tipo di grout da utilizzare per il rifacimento del massetto sottostante la rotaia è stata il risultato di studi e ricerche tra le possibili malte cementizie disponibili sul mercato. Successivamente agli studi della BCV che forniva le caratteristiche tecniche teoriche del cemento da utilizzare, ci si è rivolti alla ditta "MAC S.r.l." produttrice di malte cementizie.

In collaborazione con lo studio tecnico della ditta stessa siamo arrivati alla conclusione che il materiale migliore per soddisfare le nostre esigenze era "EMACO SFR" (Allegato A), una malta cementizia premiscelata a ritiro compensato, (cioè ad espansione) fibrorinforzata con fibre metalliche rigide.

Le fibre metalliche disperse nella matrice cementizia, che di per sé possiede ottime qualità, creano un'armatura interna tridimensionale che

conferisce alla malta caratteristiche meccaniche molto buone, tra cui un'ottima resistenza a flessione, a trazione e una discreta resistenza a compressione. Altro aspetto di notevole riguardo è l'elevata duttilità e tenacità particolarmente utile per resistere a ripetute sollecitazioni dinamiche.

Sempre in collaborazione con la ditta MAC è stata decisa la ricetta da utilizzare per ottenere l'impasto più idoneo all'applicazione. Considerato il discreto spessore di materiale che occorreva per riempire lo spazio tra piastra e calcestruzzo del basamento venne deciso di aggiungere alla malta anche del buon ghiaietto al fine di contenere il calore di idratazione.

La ricetta finale venne testata con simulazioni e provini dalla ditta stessa e i risultati che ne derivarono erano molto buoni e inerenti alle specifiche.

Ricetta:

30 Kg di SFR (1 sacco)
8-10 Kg di Ghiaietto tondo
5 Litri di acqua

Dalle simulazioni e dai provini risultò anche evidente che il prodotto in oggetto nel momento dell'espansione e quindi della reazione chimica non produceva gas e quindi non formava le bolle come nelle malte precedentemente usate.

4.3 Realizzazione

Verso la metà del mese di giugno 2000 è iniziato il cantiere per il rifacimento del massetto della rotaia azimutale. Il lavoro complessivo si è protratto per circa due mesi e mezzo e può essere suddiviso in tre fasi distinte qui di seguito descritte.

4.3.1 Demolizione massetto esistente

L'appalto dei lavori è stato affidato alla ditta ABB SAE SADELMI che ha aperto il cantiere il 10 giugno 2000. Dal punto di vista operativo la prima importante operazione di cantiere consisteva nel preparare l'antenna per il sollevamento. Per questa operazione si sono usate le attrezzature impiegate nel cantiere precedente (Rif. 3) con la differenza che in questo caso, non essendo necessario un grosso sollevamento (2 o 3 mm), non è stata usata una centralina comune con un sollevamento contemporaneo delle quattro ruote ma bensì una pompa manuale sollevando una ruota alla volta. Sollevata l'antenna e messe le opportune piastre di sicurezza, si è passati alla fase di smontaggio delle manine e della rotaia. La rotaia una volta smontata è stata portata alla ditta "Nuova UPD" che come descritto precedentemente ha apportato le opportune modifiche per la nuova configurazione. In questa fase ci si è anche resi conto che la rotaia era notevolmente danneggiata nella zona delle giunture e si è approfittato per far analizzare le cricche dalla ditta "Labormet S.r.l." specializzata in analisi metallurgiche. (Allegato D)

Liberato il massetto dalla rotaia, la ditta ABB ha subappaltato alla ditta "G. & G. di Zannoni P. & C S.a.s." il lavoro di demolizione del massetto esistente e il rifacimento del nuovo secondo le specifiche richieste.

Il primo luglio la ditta G. & G. ha iniziato la demolizione utilizzando demolitori ad aria compressa fino al raggiungimento del calcestruzzo della fondazione. Terminata questa fase si è passati all'asportazione del calcestruzzo degradato con scalpellatura meccanica leggera e idrodemolizione fino ad ottenere una superficie macroscopicamente ruvida (asperità di 5 mm di profondità). La suddetta macro ruvidità ha lo scopo di ottenere la massima aderenza tra il supporto ed il materiale di ripristino ed è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata, che è alla base del funzionamento dei conglomerati cementizi a ritiro compensato.

4.3.2 Montaggio piastre e rotaia – Allineamento

Finita la fase di demolizione si è passati alla pulizia dei tirafondi ripassando i filetti con una filiera in modo da rimuovere eventuali residui di cemento. L'operazione di montaggio delle piastre rappresentava una delle fasi più complicate del lavoro in quanto richiedeva precisione di posizionamento e accuratezza nelle zone di giunzione. Per facilitare le operazioni di posizionamento e allineamento dei vari settori si decise, utilizzando un teodolite e una stadia, di livellare i dadi inferiori delle piastre alla quota nominale. Così facendo si otteneva un piano di appoggio comune e livellato su cui appoggiare le piastre. I settori non erano numerati e non avevano una posizione definita ad esclusione di quello tipo 3 (piastra con foro per perno di stazionamento) che

andava posizionato obbligatoriamente nel punto in cui l'antenna veniva messa in "parcheggio". (Fig. 26)

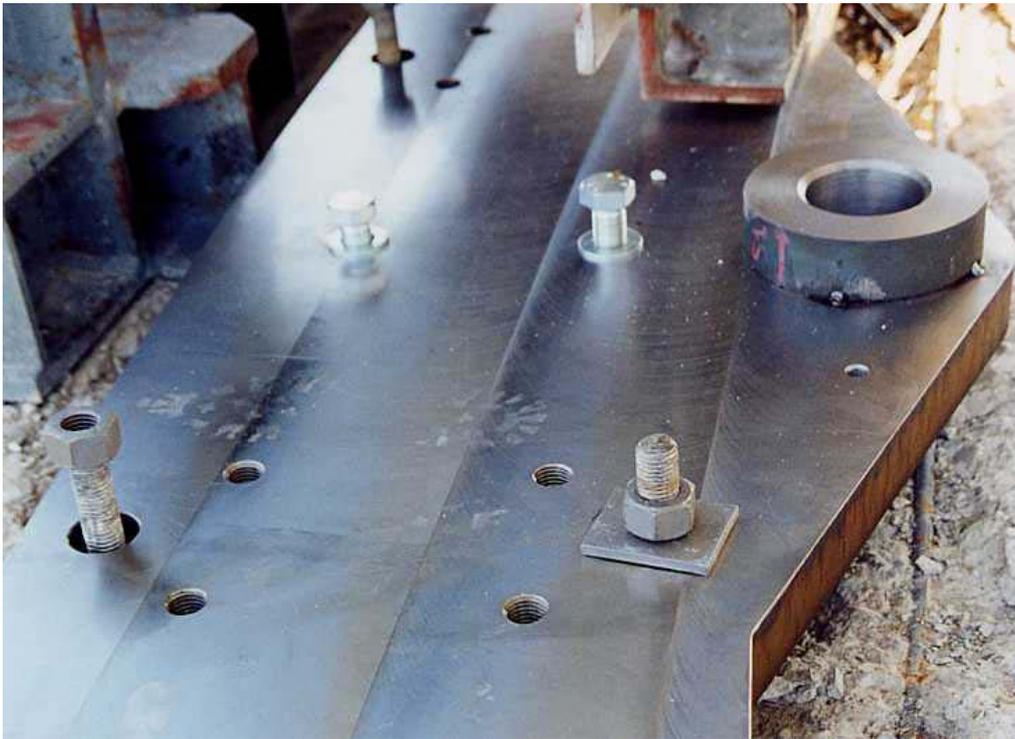


Fig. 26 - Foto della piastra tipo tre (con foro per perno di stazionamento)

Nonostante ciò, le piastre dovevano essere montate con un ordine logico dettato dalla forma dei giunti facendo molta attenzione alla pulizia dei piani di giunzione. Per prima cosa si dovevano montare tutti i settori tipo uno separati l'un l'altro da uno spazio per l'inserimento dei settori tipo due, quindi si procedeva posizionando il settore tipo tre nel punto voluto ed infine si posizionavano i settori tipo due a completamento dell'anello. (Fig. 27)



Fig. 27 - Foto di settori montati (settore centrale nella foto tipo due)

L'allineamento delle piastre seguiva di pari passo le fasi di montaggio, ogni settore montato veniva posizionato radialmente con cordella metrica. Per definire l'asse di azimuth dell'antenna, non potendo sfruttare lo spigolo del cuscinetto azimutale coperto da una parte della struttura, sono stati sfruttati i sei bracci d'attacco per cordella usati nel cantiere precedente. (Fig. 28)

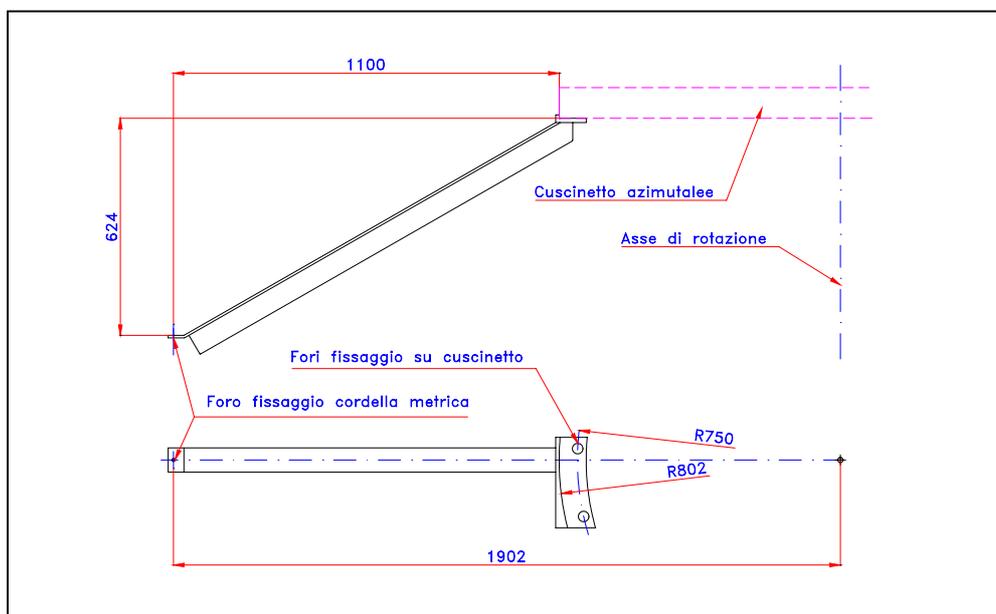


Fig. 28 - Rappresentazione dei bracci d'attacco per cordella metrica

Tali dispositivi sono fissati ai bulloni della parte bassa del cuscinetto azimutale e servono per riportare in una posizione nota e tragguardabile da tutte le direzioni lo spigolo del cuscinetto sopraccitato.

Terminata la fase di posizionamento e allineamento radiale dei settori sono stati serrati i bulloni sui giunti e si è passati alla fase di livellamento dell'anello realizzato. Per tale operazione è stato usato un teodolite "KERN E2", una stadia graduata con supporto magnetico e una livella di precisione (0.02mm/metro).

La notte tra il 25 e il 26 Luglio sono state eseguite le misure di livello e planarità della piastra in corrispondenza delle 84 coppie di tirafondi sulla fondazione. I risultati di tali misure sono riportati nella tabella della pagina seguente.

Tirafondo	Delta Altezza	Planarità
	mm	arcsec
1	-0,03	-56
2	-0,08	-48
3	0,00	4
4	-0,04	4
5	-0,06	-12
6	-0,15	-12
7	0,05	-60
8	0,01	-48
9	-0,15	-28
10	-0,13	-52
11	0,07	48
12	0,05	0
13	-0,05	-2
14	0,03	-20
15	0,04	-20
16	0,13	36
17	0,09	-20
18	0,13	-14
19	0,06	-2
20	0,00	20
21	0,02	6
22	-0,02	0
23	0,00	6
24	-0,12	18
25	-0,08	6
26	0,01	28
27	0,05	8
28	0,03	0
29	-0,14	2
30	-0,02	8
31	0,02	-4
32	0,00	0
33	0,02	0
34	-0,15	6
35	-0,07	6
36	-0,02	18
37	-0,10	8
38	0,05	-10
39	-0,13	0
40	0,08	-4
41	-0,10	5
42	-0,11	-2
43	0,01	6

Tirafondo	Delta Altezza	Planarità
	mm	arcsec
44	-0,04	-6
45	0,08	0
46	0,00	30
47	-0,11	0
48	0,00	-5
49	-0,11	12
50	-0,04	0
51	-0,03	-44
52	0,03	0
53	-0,04	-52
54	0,01	-4
55	0,06	0
56	-0,05	-6
57	0,03	12
58	-0,14	-16
59	0,05	-40
60	0,04	4
61	0,02	0
62	0,12	-24
63	0,04	-6
64	0,13	-16
65	0,16	-16
66	0,01	40
67	-0,05	-4
68	-0,04	6
69	-0,12	-4
70	-0,09	-4
71	-0,09	-20
72	0,03	60
73	0,03	4
74	0,03	-2
75	-0,11	4
76	-0,04	50
77	0,03	-2
78	0,01	-4
79	0,02	-48
80	-0,07	6
81	0,04	28
82	0,02	0
83	0,12	-20
84	0,05	-14

RMS mm	0,074	23
---------------	--------------	-----------

Finita la fase di allineamento si è passati alla sigillatura della parte superiore del giunto con un silicone poliuretano e alla chiusura, con tappi in PVC, delle nicchie dove ci sono le teste dei bulloni di serraggio dei giunti. A questo punto avevamo ottenuto un piano continuo e uniforme su cui poter montare la rotaia.

Facendo molta cura alla pulizia del piano superiore della piastra e del piano inferiore della rotaia abbiamo sistemato i dodici settori numerati posizionandoli in ordine crescente partendo da sud e girando in senso orario verso ovest fino alla chiusura dell'anello.

Per riuscire a costruire un cerchio di raggio nominale di 9.144m concentrico rispetto l'asse di rotazione azimutale dell'antenna, abbiamo sfruttato anche in questo caso i dispositivi sopra descritti prendendo come riferimento sul binario lo spigolo di uno squadro a "L" posizionato sul piano superiore e appoggiato al fianco esterno. (Fig. 29 - 30)

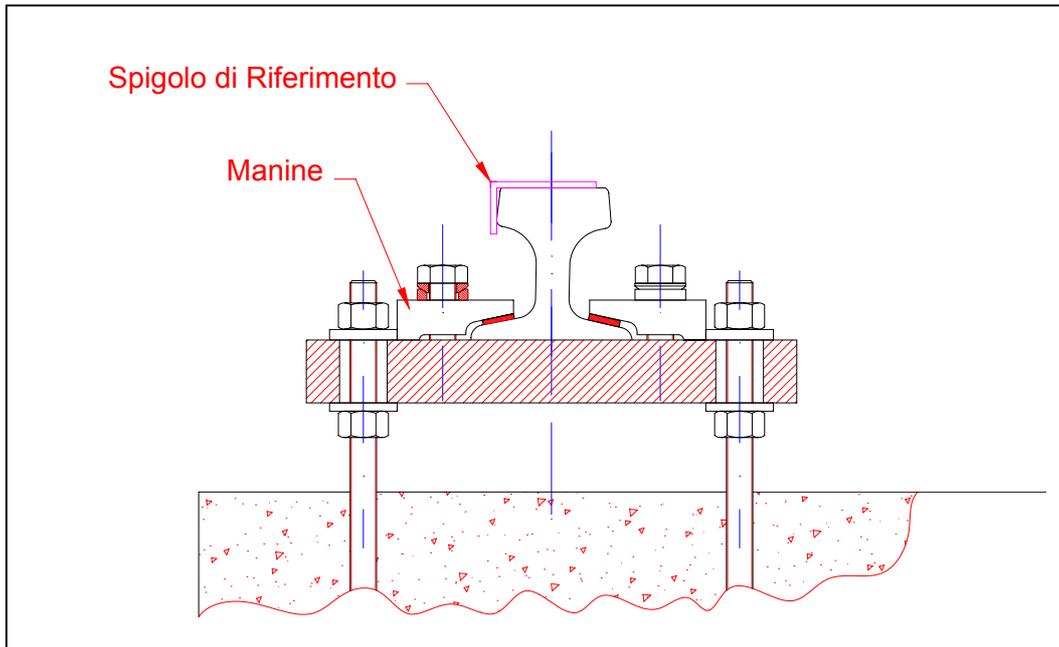


Fig. 29 - Rappresentazione del punto di riferimento per le misure sul binario

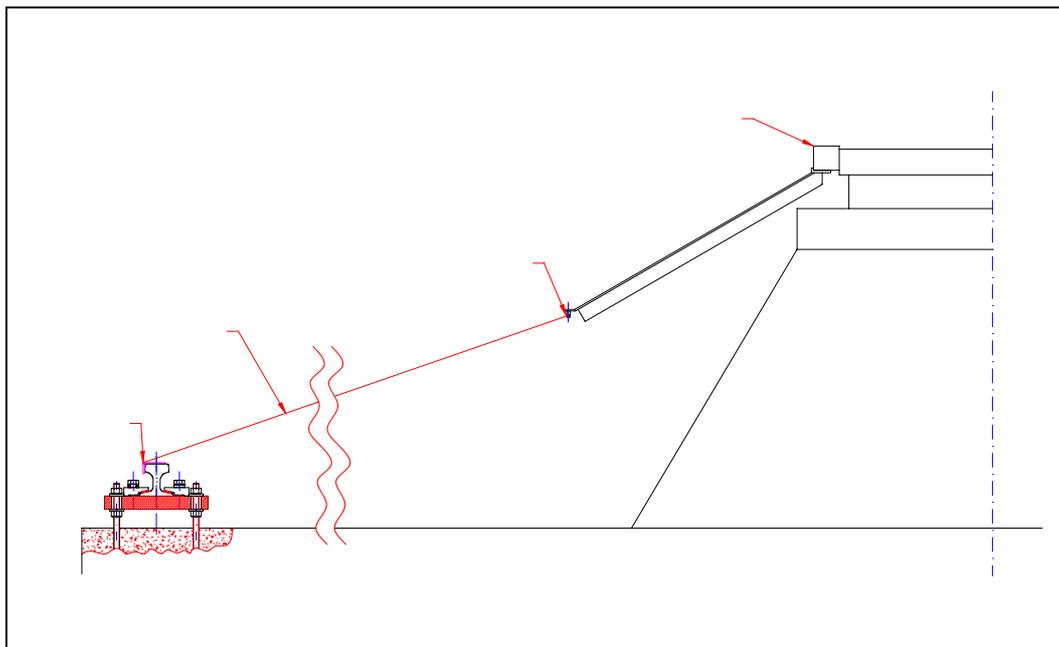


Fig. 30 - Rappresentazione del metodo di misura

Come accennato nel paragrafo 4.2.1, a seguito della rilavorazione della rotaia, i tagli a 45° degli estremi di ogni settore hanno subito una lieve variazione. Tale piccola differenza provoca, in corrispondenza della giunzione tra i settori, un accoppiamento non ottimale e un gap non uniforme che ci ha costretti a sistemare i settori, su un raggio leggermente maggiore rispetto al

nominale. Nella tabella seguente sono riportate le misure radiali in corrispondenza dei punti di giunzione.

Giunzione	Raggio mm
1-1	9154,0
2-2	9154,5
3-3	9154,0
4-4	9152,5
5-5	9154,0
6-6	9152,5

Giunzione	Raggio mm
7-7	9154,0
8-8	9152,5
9-9	9153,0
10-10	9153,5
11-11	9154,0
12-12	9152,5

Sistemati i dodici settori si è passati alla fase di fissaggio tramite apposite manine, aggiungendo dove necessario gli spessori per rendere funzionale il serraggio.

A conferma delle misure di allineamento, la notte del 31 luglio sono state ripetute randomicamente le misure di livellamento e planarità sul piano di rotolamento della rotaia, utilizzando gli stessi strumenti della lettura precedente.

4.3.3 Posa dei cementi

Terminata la fase di allineamento della rotaia, sono iniziati i preparativi per la posa della malta. Tale operazione richiede alcuni accorgimenti essenziali per la buona riuscita del lavoro.

Per prima cosa per permettere le deformazioni termiche radiali della piastra sottostante la rotaia, è stato incollato sul fianco interno ed esterno delle piastre stesse, una striscia di gomma spugnosa che, una volta consolidato il getto, consente un minimo di movimento radiale delle piastre senza creare tensioni all'interno del massetto.

Altra cosa di notevole importanza è la necessità di eseguire tutto il getto in una unica volta evitando di dover fare il cosiddetto "giunto freddo". In questo modo non si genera una discontinuità nel materiale e si migliorano le condizioni di contrasto per il fenomeno dell'espansione.

Essendo il periodo della gettata in stagione calda il getto è stato eseguito nelle ore notturne dove gli sbalzi termici sono meno evidenti e quindi il tutto risulta più stabile.

Dopo una accurata pulizia del calcestruzzo di supporto e della parte inferiore delle piastre, si è passati al montaggio del cassero di contenimento. Quest'ultimo è composto da lastre in acciaio alte 25-30cm spessore 2mm su cui sono stati saldati ogni 40-50 cm degli squadretti a "L" per il fissaggio sul piano del basamento. Ogni lamiera, una volta montata, viene poi saldata con quella successiva formando una lastra unica e continua. (Fig. 31)

Il cassero è stato posizionato su entrambi i lati a circa dieci centimetri dalla piastra cercando di mantenere la distanza il più possibile uniforme per facilitare la fase di gettata descritta successivamente. Per eseguire questa operazione ci si è serviti di distanziali in legno da frapporre tra piastra e lamiera come si vede sul lato destro della foto sopra indicata. La lamiera così formata è stata chiodata al piano del basamento e gli spazi vuoti tra basamento e lamiera sono stati chiusi con malta cementizia. (Fig. 32 – 33)



Fig. 31 - Foto dell'insieme piastra – rotaia con il cassero ai due lati



Fig. 32 - Foto del cassero nel settore piastra tipo 3



Fig. 33 - Foto della sigillatura del cassero

Completato il cassero e chiusi gli spazi tra basamento e lamiera, ci si è preparati per la fase del getto. Per avere la certezza che sotto la piastra non rimanessero delle bolle d'aria, era necessario che la gettata avvenisse solamente da un lato della piastra e con un flusso continuo verso il lato opposto. In questo modo la malta scorre sotto la piastra trascinando fuori tutta l'aria che potrebbe rimanere sotto le piastre stesse. Inoltre, per ridurre i tempi di gettata e per evitare il rischio del giunto freddo, si decise di procedere con due

gettate contemporanee con partenza dal medesimo punto e procedendo in direzione opposta.

Per riuscire ad eseguire questa operazione in modo corretto vennero costruite due vasche di gettata che avevano il compito di immagazzinare un quantitativo notevole di malta provocando con la differenza dei livelli un normale flusso unidirezionale sotto la piastra. (Fig. 34 – 35)



Fig. 34 - Foto di una delle vasche di gettata

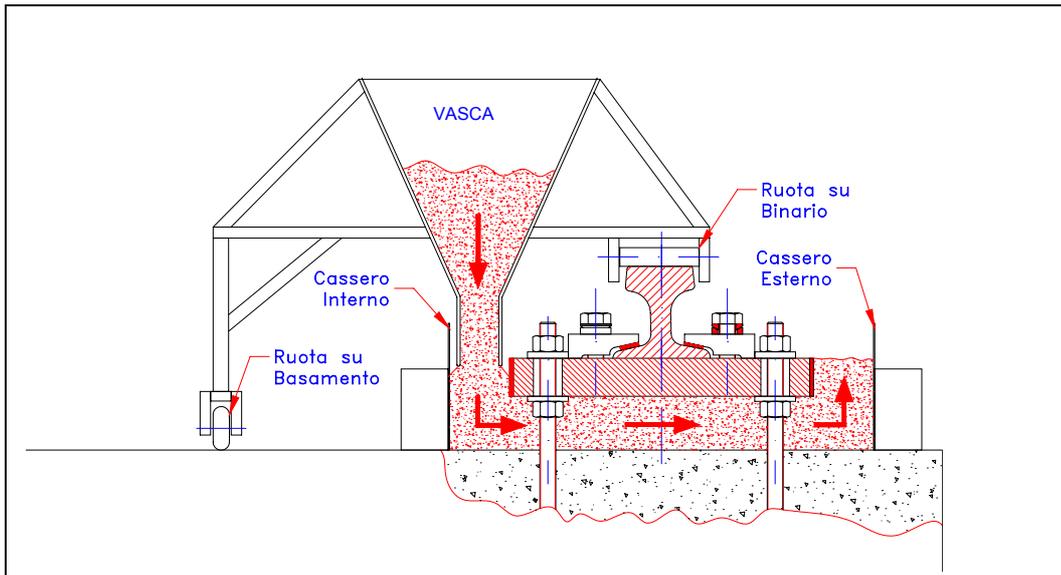


Fig. 35 - Rappresentazione del percorso della malta durante la gettata

La gettata ebbe inizio alle ore 23 dell'8 agosto e si concluse alle 5:30 della mattina successiva. L'impasto è stato eseguito secondo le indicazioni della scheda tecnica con la sola aggiunta di ghiaietto 8/12 pulito e lavato al fine di contenere il calore di idratazione nella fase di indurimento.

Per l'intero lavoro sono stati usati:

7950 Kg EMACO SFR

1650 Kg Ghiaia (20.75% del peso)

Anche questa volta, come nel cantiere precedente sono stati approntati dei campioni di cemento gettato da testare a indurimento avvenuto prelevando un provino ogni due betoniere.

4.3.4 Protezione del Grout

Terminato il getto sulle parti scoperte dalla malta appena posata è stato applicato un prodotto antievaporante “MACKURE C” allo scopo di evitare una veloce evaporazione dell’acqua dell’impasto quindi è stato coperto il tutto con dei teli impermeabili. (Allegato B)

Nell’attesa che il massetto raggiungesse la giusta stagionatura, si decise di restaurare completamente il basamento dell’antenna. I lavori furono eseguiti sempre dalla ditta G.& G. e consistevano nel ripulire con idrosabbatura tutte le zone del basamento per poi eseguire la ricostruzione volumetrica con malte bicomponenti sia del piano di calpestio sia dei fianchi verticali.

Terminata la fase di ricostruzione, si procedette con un’accurata pulizia e al trattamento protettivo di tutte le superfici comprese piastre e fianchi rotaia.

Per tale applicazione è stato usato e il “MASTERSEAL 540”; prodotto protettivo, flessibile, permeabile al vapore d’acqua ottimo per le opere di impermeabilizzazione. (Allegato C)

Il prodotto è stato applicato con pennello nelle zone intorno la rotaia e con rullo su tutte le altre superfici di più facile accesso, dandone due strati fino al raggiungimento dello spessore complessivo di circa 1.5 mm.

Il lavoro finito è rappresentato nelle foto seguenti. (Fig. 36 – 37)



Fig. 36 - Foto della rotaia in corrispondenza delle due manine di ancoraggio alla piastra dopo verniciatura



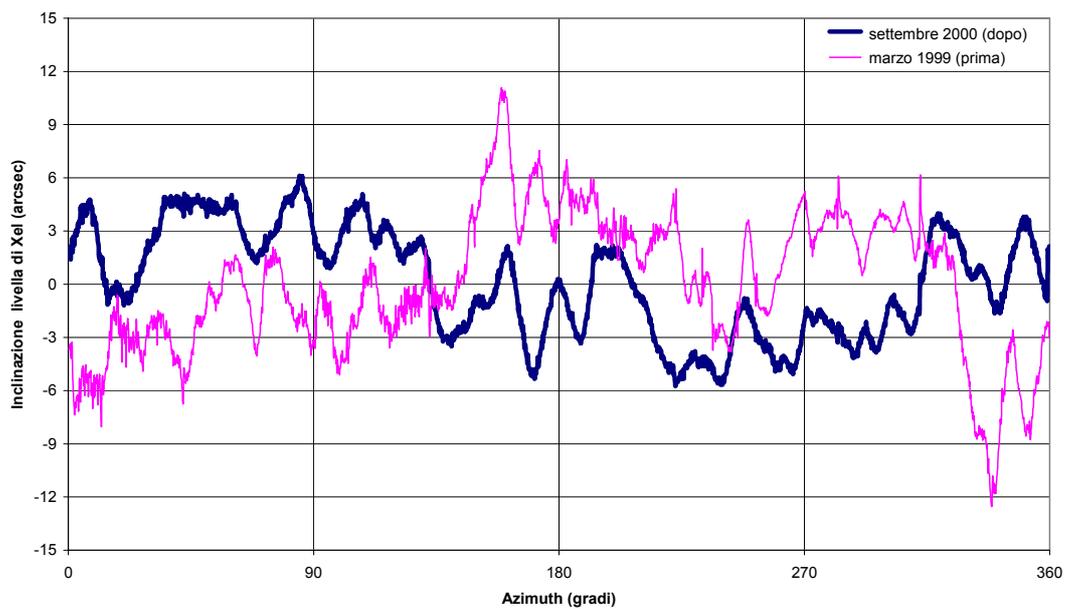
Fig. 37 - Foto panoramica del basamento dopo verniciatura a lavoro finito

4.4 Risultati

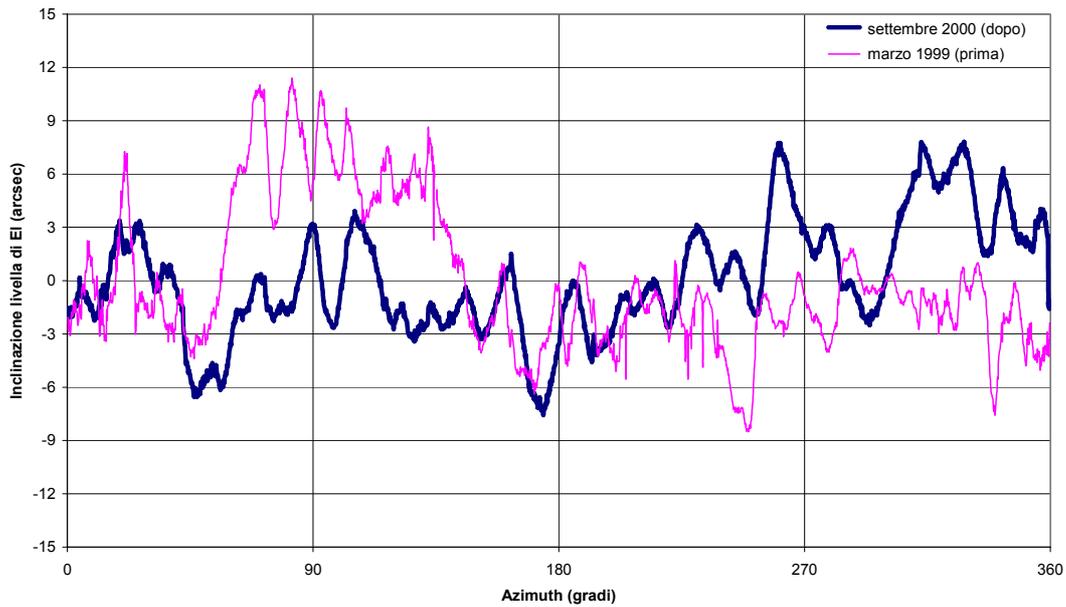
Al termine dei lavori e dopo la messa in opera dell'antenna, è stata fatta una misura con le livelle elettroniche situate sulla struttura. (Rif. 1 - 2)

Nei grafici seguenti sono riportate due curve relative alla livella XEL e EL, prima dei lavori alla rotaia (marzo 1999) e dopo i lavori (settembre 2000).

Confronto tra il profilo rotaia marzo 1999 - settembre 2000 con livella Xel



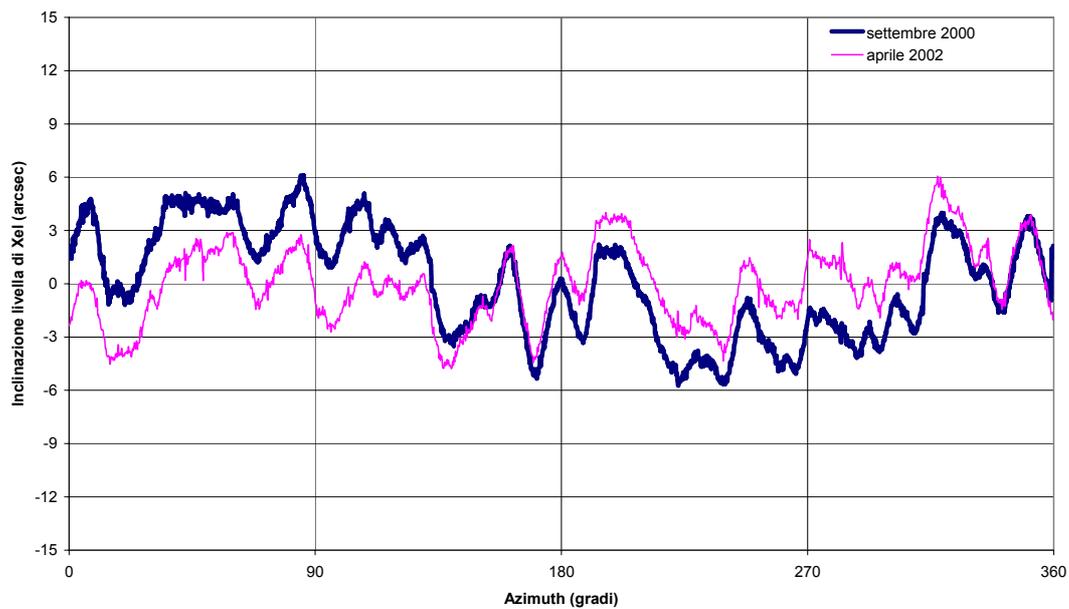
Confronto tra il profilo rotaia marzo 1999 - settembre 2000 con livella EI



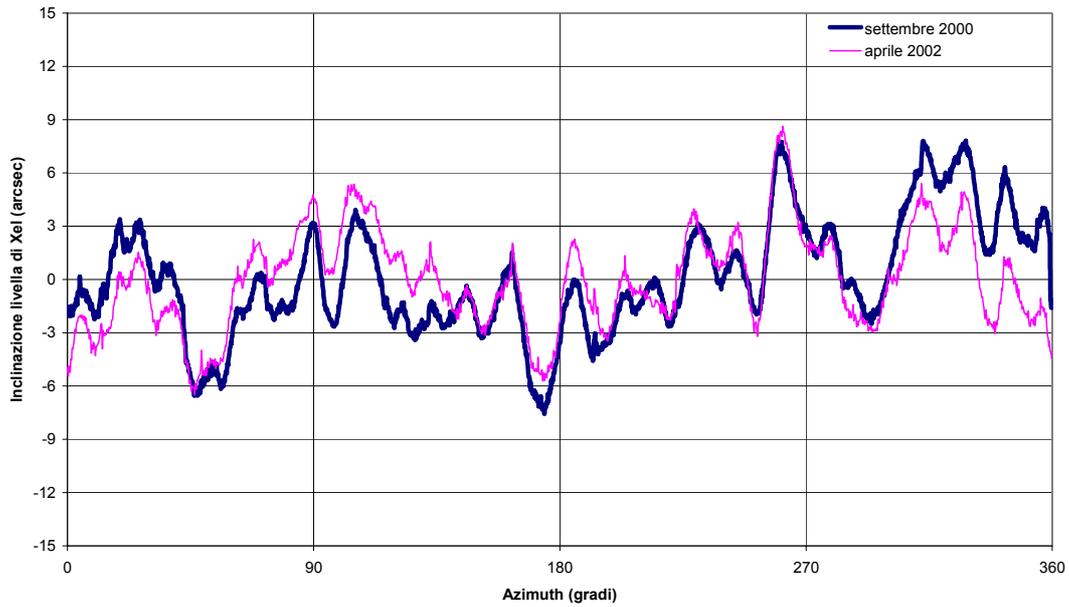
Come si può notare dai grafici, le misure fatte dopo il cantiere presentano un andamento con alti e bassi i cui picchi sono entro i ± 6 arcsec nel caso della livella Xel e ± 8 arcsec nel caso della livella EI.

Di seguito sono riportati i due grafici che confrontano le misure delle due livelle a una distanza di circa 20 mesi.

Confronto tra il profilo rotaia settembre 2000 - aprile 2002 con livella Xel



Confronto tra il profilo rotaia settembre 2000 - aprile 2002 con livella EI



Come si può notare in entrambe i grafici le misure fatte nell'aprile 2002, hanno un andamento uguale alle misure del settembre 2000, evidente dimostrazione che il massetto e la rotaia non stanno avendo alcun tipo di degrado.

La piccola differenza tra le due curve evidenzia anche una ipotetica sinusoide dovuta ad un'inclinazione rigida del piano azimutale nei mesi trascorsi tra le due misure.

5. CONSIDERAZIONI

Come descritto velocemente nel primo paragrafo e facendo riferimento allo studio eseguito dalla ditta BCV (Rif 5), possiamo affermare che il lavoro svolto per il rifacimento del massetto per la rotaia del radiotelescopio di Medicina, assicura buone garanzie di durata, affidabilità e stabilità nel tempo.

Più precisamente possiamo affermare che:

- L'implementazione della piastra continua sotto rotaia, consente una migliore diffusione dei carichi e conseguentemente una notevole riduzione dello stato di sollecitazione del grout, sia per quanto concerne gli sforzi di contatto (compressione) che gli sforzi indotti di trazione. L'utilizzo di tale piastra metallica inoltre migliora la rigidità complessiva del sistema.
- La scelta del grout fibrorinforzato mediante fibre in acciaio, ha aumentato la resistenza a trazione di tali materiali a un valore doppio rispetto alle normali malte, portando il valore di tensione ammissibile a trazione entro le richieste di progetto.
- La possibilità di avere una rotaia lavorata su entrambi i lati ci permetterà in futuro di poter sostituire la stessa senza dover intervenire nuovamente sul massetto e quindi senza dover eseguire delle misure di allineamento. Questo da un lato è un enorme vantaggio perché ci permette di sostituire la parte soggetta ad usura con molta facilità e in breve tempo, dall'altro ci impedisce la possibilità di correggere l'inclinazione complessiva del piano provocata dallo spostamento nel tempo della fondazione. Va comunque detto che quest'ultima parte è una deformazione rigida ed è mappabile con il programma di puntamento.

6. RIFERIMENTI

- (1) M. Morsiani, A. Orfei
“Misure di inclinazione del piano di azimuth della parabola VLBI di Medicina tramite livelle elettroniche: elaborazione dei dati e correzione di puntamento”.
IRA 138/90
- (2) M. Morsiani, A. Orfei, G. Zacchiroli
“Livelle elettroniche per il rilevamento delle deformazioni sulla parabola VLBI di Medicina”.
IRA 135/90
- (3) G. Zacchiroli, A. Orfei, M. Morsiani
“Lavori di sostituzione rotaia e ruote alla antenna VLBI di Medicina”.
IRA 233/97
- (4) BCV
“Analisi relative ai lavori di riparazione del grout sotto rotaia”.
Milano, 12 maggio 2000 - Addendum a Rep. #4, Rev. 0
- (5) BCV
“Analisi relative ai lavori di riparazione del grout sotto rotaia”.
Milano, 3 aprile 2000 - Rep. #4, Rev. 0

EMACO[®] SFR

Malta cementizia, premiscelata, a ritiro compensato, fibrorinforzata con fibre metalliche rigide, ad elevatissima duttilità, indicata per il ripristino ed il consolidamento di elementi in calcestruzzo soggetti a sollecitazioni dinamiche, mediante applicazione per collaggio per spessori da 1 a 5 cm

Descrizione e campi di applicazione

EMACO SFR è stato progettato con il preciso obiettivo di assicurare la massima durabilità agli interventi di ripristino (e/o consolidamento) di strutture degradate, garantendo:

- compatibilità e monoliticità con il supporto,
- resistenza all'azione aggressiva dell'ambiente d'esercizio,
- rapidità e semplicità di applicazione.

EMACO SFR è una malta a ritiro compensato e, essendo fibrorinforzata con fibre metalliche, non richiede l'applicazione di alcuna rete elettrosaldata per contrastare la propria espansione iniziale.

EMACO SFR, grazie alle sue specifiche prestazioni consente di intervenire, con applicazioni per collaggio anche entro cassero, in spessore da 1 a 5 cm in unico strato, per il restauro e/o il consolidamento di qualsiasi struttura in calcestruzzo sia essa di tipo civile, industriale o infrastrutturale.

Il suo uso diviene fondamentale quando si interviene su strutture soggette a sollecitazioni dinamiche e/o che presentino variabilità degli spessori di applicazione (diverse profondità di danno) e della geometria delle sezioni.

In questi casi l'utilizzazione di una malta non fibrorinforzata, richiedente (per gli spessori > 2 cm) l'applicazione della rete di contrasto all'espansione, risulterebbe difficoltosa e potrebbe pregiudicare la durabilità dell'intervento.

EMACO SFR è privo di cloruri e di polveri metalliche reattive.

Le caratteristiche peculiari di EMACO SFR sono:

Ritiro compensato

Una delle caratteristiche di EMACO SFR è la capacità espansiva nello stato indurito che viene vantaggiosamente utilizzata per compensare il successivo ritiro igrometrico. Il meccanismo che si realizza è quello di una vera e propria precompressione chimica. L'espansione iniziale della malta, contrastata dalla rigidità del supporto, asperità di 0,5 cm, e dalla presenza delle fibre metalliche, viene utilizzata per compensare il successivo ritiro igrometrico, che altrimenti causerebbe il

distacco all'interfaccia tra vecchio calcestruzzo e malta da ripristino, vanificando la validità dell'intervento.

Resistenza alla fessurabilità a lungo termine (O Ring test)

L'O Ring test, o test ad anello, consente di evidenziare la tendenza alla fessurazione di una malta da ripristino mediante una prova accelerata. Il test prevede il getto entro un cassero toroidale le cui facce (interna ed esterna) realizzano il contrasto. Dopo 24 ore viene rimosso solamente il supporto esterno lasciando all'anello interno il compito di contrastare la contrazione che avranno le malte caratterizzate da ritiro igrometrico. Tale contrazione volumetrica provoca tensioni di trazione che possono portare alla fessurazione della malta.

EMACO SFR non evidenzia alcuna fessurazione neanche alle lunghe stagionature, tale comportamento è indice di elevata durabilità.

Resistenza alla cavillatura in fase plastica.

Per minimizzare gli effetti del ritiro in fase plastica, possibile in ambiente molto secco e ventilato EMACO SFR è arricchito di fibre PAN a base di poliacrilonitrile, che consentono l'efficace distribuzione delle tensioni. Questa caratteristica, associata ad una corretta fratturazione combatte efficacemente la formazione di fessure da ritiro plastico.

Resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente

EMACO SFR, grazie alla particolarissima chimica e natura dei suoi componenti (cementi soffiati resistenti, bassissimo rapporto acqua/legante, microreattivi pozzolatici ad elevata finezza ed aggregati estremamente selezionati), risulta essere assolutamente impermeabile all'acqua, agli aggressivi ambientali quali cloruri e solfati e non è soggetto a fenomeni di carbonatazione né tantomeno ad alcun degrado dovuto all'azione ciclica del gelo e disgelo.

Tenacità

EMACO SFR, grazie alla presenza in quantità elevata di fibre metalliche rigide, garantisce un comportamento duttile particolarmente utile per resistere a ripetute sollecitazioni dinamiche ed urti.

Stagionatura e protezione con un'unica operazione.

Per prevenire l'eccessiva evaporazione d'acqua in ambienti molto secchi e ventilati, che impedisce la maturazione ottimale della malta, si deve usare l'antievaporante MASTERSEAL FORMULA CURE, un prodotto dalle caratteristiche uniche, che, oltre a svolgere un'efficace funzione di stagionante per il sistema EMACO FORMULA, svolge anche la funzione di primer specifico qualora fosse richiesta una protezione mediante elastomeri poliuretatici (MASTERSEAL FORMULA PU) o su elastomeri acrilici in dispersione acquosa (MASTERSEAL FORMULA AC) coi quali è perfettamente compatibile.

Requisiti caratteristici

(Consistenza: 100 % UNI 7044, Contenuto d'acqua: 15 %, Densità: 2290 kg m⁻³, T = 20 °C, Ur > 90 %).

Beeding	Assente
Espansione contrastata UNI 8147, % 1 g >	0.04
Indice di tenacità, ASTM C1018	
1 ₅ >	5
1 ₁₀ >	10
1 ₃₀ >	20
Resistenza a compressione, UNI EN 196/1, MPa	
1 g >	30
7 g >	50
28 g >	70
Resistenza a flessione, UNI EN 196/1, MPa	
1 g >	10
7 g >	13
28 g >	16
Modulo elastico, UNI 6556, (± 2.000 MPa)	27.000
Adesione calcestruzzo, pr EN 12615, (comp. Tangenziale), MPa	> 6
Aderenza all'acciaio, RILEM-CEB-FIP RC6-78, MPa	> 25
Prova di fessurabilità (O Ring test), a 180 g	Nessuna Fessura
Profondità media penetrazione, ISO EN 7031-94, mm	< 5
Profondità di carbonatazione, UNI 9944, a 10 anni	Non Rilevabile
Coefficiente di diffusione cloruri, TEL, m ² ·s ⁻¹	< 10 ⁻¹²
Compatibilità termica dopo 50 cicli, draft EN 104-840-3	Positiva
Resistenza ai solfati (15 cicli), ASTM C88	Nessun Degrado
Caratteristiche fibre acciaio a basso tenore di carbonio	
<ul style="list-style-type: none"> • L = 30 mm, D = 0,6 mm, forma a "catino"; • Resistenza a trazione > 1200 MPa; • Contenuto > 7,5 % in peso sulla malta secca. 	

Rese e confezione

2000 kg/m³; sacchi da 30 kg.

MACKURE® C

degussa.
Construction Chemicals

Stagionante per calcestruzzo.

(Conforme alla Norma UNI 8656, ASTM C 309-95 tipo I)

Descrizione e campi di applicazione

MACKURE C è un prodotto a base di resine in solventi organici in grado di formare sul calcestruzzo una tenace membrana antievaporante. Il prodotto deve essere applicato sulla superficie del calcestruzzo subito dopo le operazioni di finitura.

Benefici

Le prestazioni del calcestruzzo indurito possono essere compromesse da una inadeguata stagionatura.

MACKURE C offre i seguenti vantaggi:

- una valida protezione contro l'evaporazione dell'acqua negli ambienti caldi, asciutti e ventilati;
- previene la formazione di polvere superficiale;
- riduce la formazione di fessurazioni da ritiro plastico;
- elimina l'uso dell'acqua per la stagionatura ed i costosi impieghi di stuoie, fogli di plastica,
- riduce la formazione di fessurazioni da ritiro plastico; ricoperture di sabbia umida, ecc.

Si elimina così la necessità di personale espressamente a disposizione per le operazioni di stagionatura.

Compatibilità e Modularità

MACKURE C non è consigliato per stagionare calcestruzzi sui quali verrà effettuata una successiva ripresa di getto, per pavimentazioni colorate, superfici che devono essere successivamente rivestite, ecc. a meno che il film di MACKURE C non venga adeguatamente asportato meccanicamente.

Modalità d'uso

Mescolare accuratamente il prodotto non aggiungendo alcun diluente. Applicare uno strato di MACKURE C il più sottile ed uniforme possibile sia a spruzzo, sia a rullo.

Lo spruzzatore, l'ugello nebulizzatore o il rullo dovranno essere accuratamente puliti dopo l'uso con nafta solvente che potrà essere utilizzata anche per togliere eventualmente il prodotto dalle mani.

Dati tecnici	
Forma	Liquido
Colore	Giallo ambrato
Peso specifico (g/ml a 20°C)	0,920 – 0,950

Dosaggio

Il dosaggio di MACKURE C dipende dalla rugosità e dalla porosità della superficie da trattare e dal modo in cui viene applicato. Con 1 litro si possono trattare da 5 a 20 m² di superficie.

Confezione e stoccaggio

MACKURE C è disponibile in taniche da 25 litri e in fusti da 190 litri.

Usare una adeguata ventilazione. MACKURE C è infiammabile.

Alle basse temperature MACKURE C aumenta la sua viscosità. Si consiglia in questo caso di tenere il contenitore in ambiente caldo per circa 24 ore e di agitare bene il prodotto prima dell'uso.

Adding Value to Concrete



MASTERSEAL[®] 540

Rivestimento protettivo, flessibile, bicomponente, a base di cemento e resine sintetiche, indicato per la impermeabilizzazione di strutture in calcestruzzo

Descrizione e campi di applicazione

MASTERSEAL 540 è un protettivo cementizio polimero modificato, traspirante al vapore d'acqua, resistente all'abrasione, ecologico e sicuro per l'utilizzatore in quanto non contiene formaldeide, ammoniacale né cromo esavalente (ben noto come fattore scatenante dell'eczema del muratore), progettato per la impermeabilizzazione di strutture in calcestruzzo:

- destinate al contenimento delle acque anche di tipo potabile (il prodotto è idoneo al contatto permanente con acqua potabile in base al DPR 236/88);
- di tipo interrato;
- soggette anche ad una moderata contropinta idraulica.

Le "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici" prevedono che un calcestruzzo per essere definito impermeabile debba presentare dei valori massimi di penetrazione dell'acqua, secondo ISO EN 7031-94, non superiori a 50 mm. L'applicazione di MASTERSEAL 540 su un campione di calcestruzzo confezionato con un rapporto acqua/cemento > 0,57 (superiore a quanto ammesso dalla UNI EN 206/1 e dalla linee guida della P.C.S.L.L.PP e quindi permeabile), presenta dopo la protezione con MASTERSEAL 540 un valore massimo di penetrazione dell'acqua inferiore ai 10 mm tale quindi da essere considerato impermeabile (prima del trattamento il campione presentava valori massimi superiori a 40 mm).

Prestazioni

Spessore	2 mm
Aderenza al calcestruzzo, UNI EN 1542	> 0,7 MPa
Permeabilità al vapore d'acqua, DIN 52615:	
• Fattore di resistenza al vapore	$\mu < 1000$
• Spessore di aria equivalente	$Sd < 2 \text{ m}$
Impermeabilità all'acqua, ISO EN 7031-94	Impermeabile
Impermeabilità all'anidride carbonica, ASTM D1434	
• Fattore di resistenza alla CO ₂	$\mu > 13.500$
• Spessore di aria equivalente	$R > 270 \text{ m}$
Resistenza all'abrasione, ASTM D4060 mola GS10 carico 1000 g, 1000 cicli	< 350 mg
Allungamento a rottura, UNI 8202/8	< 30 %

Consumo e confezione

- 1,5 kg/m² per 1 mm di spessore;
 - 3 kg/m² per 2 mm di spessore.
- Unità, nei colori grigio e bianco, da:
- 18 kg (5 kg comp. A + 13 kg comp. B);
 - 36 kg (10 kg comp. A e 26 kg comp. B).

SCHEDA APPLICATIVA

Stoccaggio

Conservare il prodotto in luogo coperto ed asciutto ad una temperatura compresa tra + 10 e +30 °C. In queste condizioni MASTERSEAL 540 ha uno shelf life di:

- Comp. A: 12 mesi.
- Comp. B: 15 mesi.

Preparazione del supporto

Calcestruzzo sano

La preparazione di tutte le superfici da rivestire al fine di asportare le parti superficiali incoerenti, grassi, oli, tracce di disarmani e per garantire un minimo di ruvidità, dovrà essere realizzata mediante idrosabbatura.

Calcestruzzo con barre d'armatura affioranti (cioè prive di copriferro)

In questi casi sarà fondamentale verificare la condizione del calcestruzzo che li avvolge, con particolare riguardo al grado di carbonatazione ed alla presenza di cloruri. Verificata la coesione e l'assenza di contaminazione di tale calcestruzzo si provvederà alla pulizia delle barre d'armatura preferibilmente mediante sabbatura e, successivamente alla loro protezione, applicando il rivestimento anticorrosione MASTERSEAL 3001.

Applicare quindi EMACO FORMULA RASATURA GROSSA quando MASTERSEAL 3001 risulterà perfettamente asciutto e non oltre 7 giorni dalla sua messa in opera.

Caso di infiltrazioni di acqua

Prima di applicare MASTERSEAL 540 occorre procedere alla loro sigillatura, utilizzando la malta rapida WATERPLUG.

Saturazione del calcestruzzo

Una volta preparato il supporto, bagnare accuratamente fino a saturazione tutta la superficie da trattare ed eliminare l'eccesso di acqua libera.

Applicazione

Temperatura di applicazione

MASTERSEAL 540 può essere applicato quando la temperatura dell'ambiente è compresa tra +5 °C e +40°C.

Preparazione dell'impasto

Versare i 3/4 del componente A (liquido lattiginoso) in un secchio e aggiungere lentamente il componente B (polvere), miscelando costantemente mediante una frusta montata su un trapano a bassa velocità. Continuare a miscelare fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

Per le applicazioni in:

- orizzontale: aggiungere tutto il resto del componente A all'impasto, continuando a miscelare;
- verticale: aggiungere solo una parte del componente A all'impasto fino ad ottenere la consistenza desiderata, continuando a miscelare.

Posa

Applicare il prodotto a pennello, rullo o a spatola.

L'impasto si mantiene lavorabile per circa:

- 2 ore a 10°C;
- 1,5 ore a 20°C;
- 30 min a 30 °C.

Lo spessore da raggiungere varia da 1 a 2 mm a seconda della protezione desiderata, ottenuto con 2 o 3 strati successivi, avendo cura di non superare lo spessore di 1,5 mm per ogni strato. Il miglior risultato si ottiene applicando il secondo (o terzo) strato a distanza di un giorno dal precedente. Si raccomanda comunque di applicare lo strato solo quando il precedente è abbastanza asciutto da resistere allo strofinamento.

Per migliorare il comportamento a trazione, nel caso di elementi che possono presentare delle cavillature, è consigliabile applicare, tra la prima e la seconda mano, una retina di rinforzo in fibra di vetro.

Pulire gli attrezzi con acqua dolce.

Stagionatura

Nel caso in cui l'applicazione venga effettuata in condizioni particolarmente gravose dal punto di vista termoisometrico, e cioè bassa umidità relativa, ventosità e pieno sole, è consigliabile proteggere le superfici trattate con teli protettivi.

L'indurimento e la maturazione del MASTERSEAL 540 dipendono dalla temperatura:

- oltre i 20°C il rivestimento dopo 16 ore resiste già all'abrasione;
- dopo 7 giorni ha praticamente raggiunto tutte le sue caratteristiche meccaniche ed è perciò impermeabile all'acqua in pressione.

Indicazioni di sicurezza

MASTERSEAL 540 non è classificato come prodotto pericoloso. Per la sua corretta manipolazione sono indicate delle generiche precauzioni quali ad esempio, non ingerire ed evitare il contatto con gli occhi e la pelle mediante uso di occhiali e guanti da lavoro. Per ulteriori indicazioni consultare la scheda di sicurezza.

MASTERSEAL è un marchio registrato del gruppo.

Dal 16/12/1992 Degussa Construction Chemicals Italia spa opera in regime di Sistema Qualità Certificato conforme alla Norma UNI-EN ISO 9001. Il Sistema di Gestione Ambientale è inoltre certificato secondo la Norma UNI EN ISO 14001.

Degussa Construction Chemicals Italia spa

Via Vicinale delle Corti, 21 – 31100 Treviso – Italy
T +39 0422 304251 F +39 0422 421802
<http://www.degussa-co.it> e-mail: infomac@degussa.com

Per maggiori informazioni si consulti il Tecnico di zona della Degussa Construction Chemicals Italia spa
I consigli tecnici eventualmente forniti, verbalmente o per iscritto, circa le modalità d'uso o di impiego dei nostri prodotti, corrispondono allo stato attuale delle nostre conoscenze scientifiche e pratiche e non comportano l'assunzione di alcuna nostra garanzia o responsabilità sul risultato finale delle lavorazioni con impiego dei nostri prodotti. Non dispensano, quindi, il cliente dall'onere e responsabilità esclusivi di verificare l'idoneità dei nostri prodotti per l'uso e gli scopi che si prefigge.

La presente edizione annulla e sostituisce ogni altra precedente.
Maggio 2005

ALLEGATO D

 Labomet LABORATORIO DI ANALISI E RICERCHE METALLURGICHE VIA BRINI, 36 - 40128 BOLOGNA TEL. 051/325103 - FAX 051/320355 Codice Fiscale e Partita IVA 02964500375 C.C.I.A.A. 284208 - Reg. Soc. Trib. Bo. 37299	RAPPORTO DI PROVA	Num. : 19026 Pag. : 1/5 Data : 29/06/2000
	Cliente : ABB Sae S.p.A. Località : Baronia - SS Appia km 663 74027 S. Giorgio Jonico (TA) Rif. Vs/ : Ord. FAX Del : 16/06/2000	
Campione in prova : N. 12 tronchi di rotaia di scorrimento del Radiotelescopio C.N.R. Medicina	Ricevuto il : 23/06/2000	
Materiale e stato dichiarato : ASTM A 759-85		
Tipo di esame richiesto : Esame magnetoscopico		
I risultati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad esame. Non è consentita la riproduzione parziale di questo documento senza l'autorizzazione del Labomet S.r.l.		
Nota - Il campione è stato prelevato ed identificato a cura del Cliente		
Indice <i>Pag.1 - Introduzione</i> <i>Pag.2 - Esame Magnetoscopico</i> <i>Pag.3, 4,5 - Doc. fotografica</i> Allegati : <i>Nessuno</i>	INTRODUZIONE Notizie informative e scopo esame L'esame delle estremità dei dodici tratti di rotaia di scorrimento del Radiotelescopio del C.N.R. di Medicina (BO) viene effettuato al fine di rilevare e valutare le discontinuità eventualmente presenti ed affioranti alla superficie. Modalità di conduzione dell'esame Preventivamente all'esame è stata effettuata la preparazione delle superfici con pulizia ed applicazione di una pellicola di colore bianco al fine di ottenere un migliore contrasto con la polvere magnetica nera utilizzata come marcatore. L'esame viene poi effettuato con il metodo del giogo elettromagnetico.	
		Il Direttore Laboratorio 



Labormet
LABORATORIO DI ANALISI
E RICERCHE METALLURGICHE

VIA BRINI, 36 - 40128 BOLOGNA
TEL. 051/325103 - FAX 051/320355
Codice Fiscale e Partita IVA 03064500375
C.C.I.A.A. 284208 - Reg. Soc. Trib. Bo. 37299

RAPPORTO DI PROVA

Num. : 19026
Pag. : 2/5
Data : 29/06/2000

Cliente : ABB Sae S.p.A.
Località : Baronìa - SS Appia km 663
74027 S. Giorgio Jonico (TA)
Rif. Vs/ : Ord. FAX Del : 16/06/2000

Campione in prova : N. 12 tronchi di rotaia di scorrimento
del Radiotelescopio C.N.R. Medicina Ricevuto il : 23/06/2000
Materiale e stato dichiarato : ASTM A 759-85
Tipo di esame richiesto : Esame magnetoscopico

I risultati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad esame.
Non è consentita la riproduzione parziale di questo documento senza l'autorizzazione del Labormet S.r.l.

ATTIVITA' DI PROVA

Prove eseguite, normative di riferimento: Controllo magnetoscopico (UNI 8930 - 87)
Documenti applicabili Procedura Labormet P.O. 21 Rev.1
Strumentazione usata: Giogo elettromagnetico PARKER mod. B300S s.n. 1238
Taratura: Sollevamento del peso di 5 Kg; intensità e direzione di campo verificati con sonda tipo ASME
Condizioni di prova: Temperatura ambiente
Modalità di conduzione della prova: Metodo continuo a umido
Magnetizzazione diretta
Rilevatore: polvere magnetica nera in sosp. liquida
Stato superficiale: sabbato
Zone esaminate : le ventiquattro estremità sulle sezioni trasversali , per un tratto di circa cinque centimetri.

Data della prova: 23/06/2000

RISULTATI DI PROVA

L'esame ha evidenziato che su ciascuna estremità dei dodici tratti di rotaia sono presenti una serie di indicazioni lineari che interessano sia la sezione trasversale che il tratto longitudinale adiacente. La dimensione delle indicazioni rilevate varia in lunghezza da tre a quindici mm circa nella sezione trasversale (foto allegate n. 1-2-3-4), e da otto a trenta mm circa in senso longitudinale.(foto n. 5)
Tutte le indicazioni sono presenti sul tratto più lungo del taglio obliquo della sezione trasversale e proseguono in senso longitudinale sul fianco adiacente e sono situate in prossimità dei raggi di raccordo tra la pista superiore e la base di appoggio con l'ala centrale.

Il Resp. di Prova
II Liv.:CICPND Cert. n. 1363

G. Tomè



Labormet[®]
LABORATORIO DI ANALISI
E RICERCHE METALLURGICHE

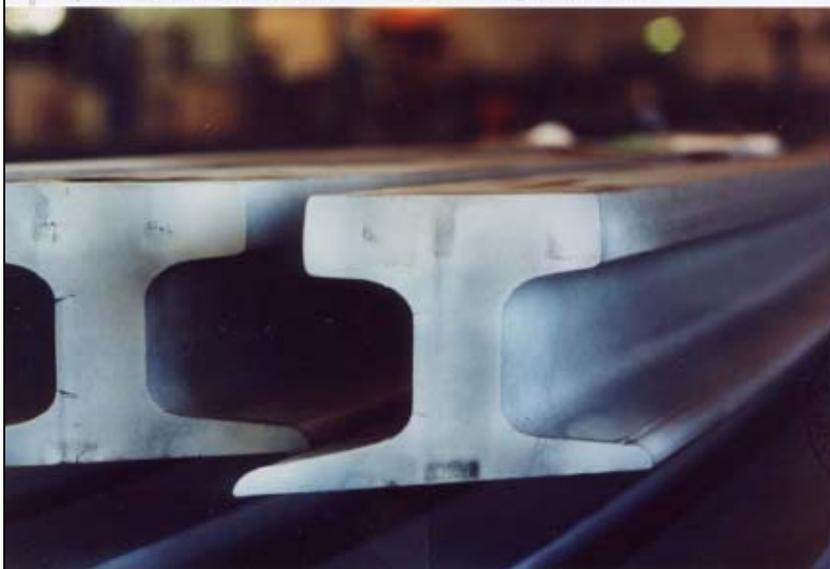
VIA BRINI, 36 - 40128 BOLOGNA
TEL. 051/325103 - FAX 051/320355
Codice Fiscale e Partita IVA 03964500375
C.C.I.A.A. 284208 - Reg. Soc. Trib. Bo. 37299

RAPPORTO DI PROVA

Num. : 19026
Pag. : 3/5
Data : 29/06/2000

Cliente : ABB Sae S.p.A.
Località : Baronia - SS Appia km 663
74027 S. Giorgio Jonico (TA)
Rif. Vs/ : Ord. FAX Del : 16/06/2000

Campione in prova : N. 12 tronchi di rotaia di scorrimento
del Radiotelescopio C.N.R. Medicina Ricevuto il : 23/06/2000
Materiale e stato dichiarato : ASTM A 759-85
Tipo di esame richiesto : Esame magnetoscopico



... sottoposto ad esame
del Labormet S.r.l.

Foto n. 1
intera sez. trasv.
rotaia 5-4 lato 5

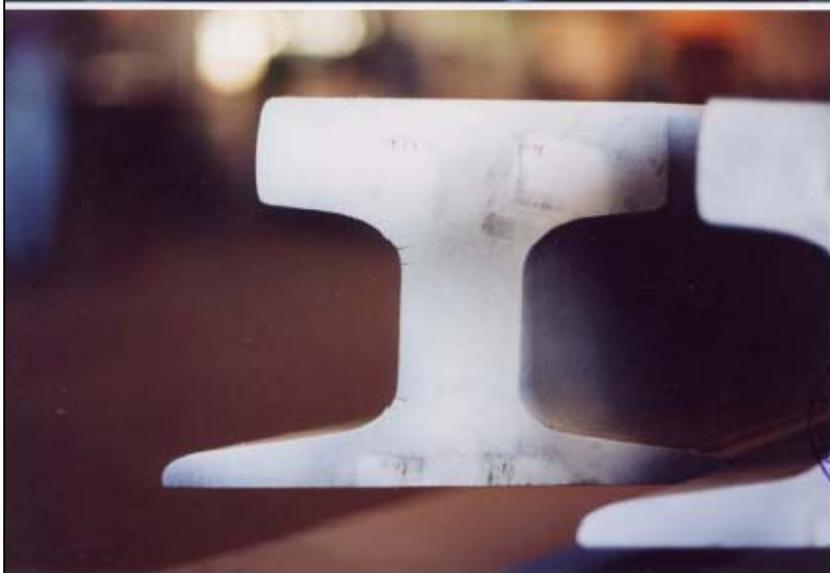


Foto n. 2
intera sez. trasv.
rotaia 2-3 lato 3





labomet[®]
LABORATORIO DI ANALISI
E RICERCHE METALLURGICHE

VIA BRINI, 36 - 40128 BOLOGNA
TEL. 051/325103 - FAX 051/320355
Codice Fiscale e Partita IVA 03964500375
C.C.I.A.A. 284208 - Reg. Soc. Trib. Bo. 37299

RAPPORTO DI PROVA

Num. : 19026
Pag. : 4/5
Data : 29/06/2000

Cliente : ABB Sae S.p.A.
Località : Baronia - SS Appia km 663
74027 S. Giorgio Jonico (TA)
Rif. Vsi : Ord. FAX Del : 16/06/2000

Campione in prova : N. 12 tronchi di rotaia di scorrimento
del Radiotelescopio C.N.R. Medicina Ricevuto il : 23/06/2000
Materiale e stato dichiarato : ASTM A 759-85
Tipo di esame richiesto : Esame magnetoscopico

ione sottoposto ad esame.
e del Labomet S.r.l.

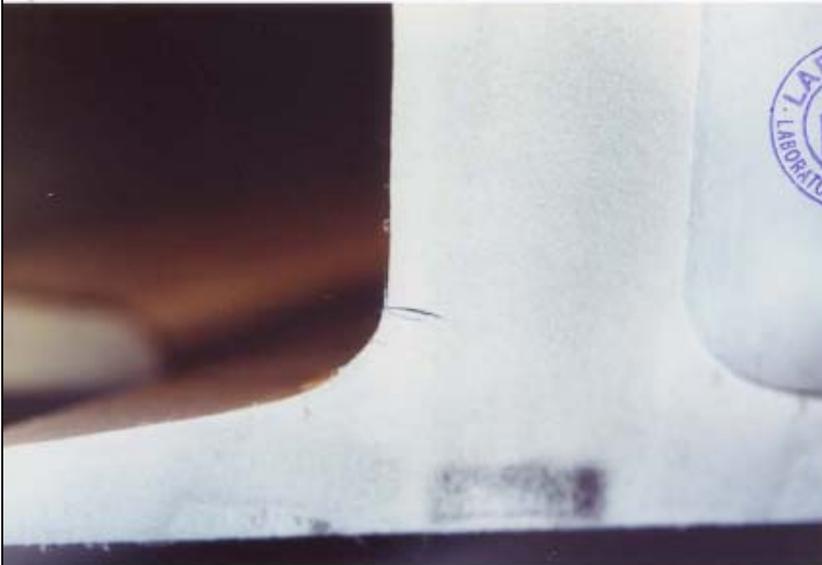


Foto n. 3
particolare di un indicazione
situata nel raccordo tra ala e
base di appoggio.
rotaia 5-4 lato 5



Foto n. 4
particolare di un indicazione
situata nel raccordo tra ala e
pista di scorrimento
rotaia 5 - 6 lato 6





Labomet[®]
LABORATORIO DI ANALISI
E RICERCHE METALLURGICHE

VIA BRINI, 36 - 40128 BOLOGNA
TEL. 051/325103 - FAX 051/320355
Civiltà Firenze e Prato IVA 00064500375
C.C.I.A.A. 284208 - Reg. Soc. Trib. Bo. 37299

RAPPORTO DI PROVA

Num. : 19026
Pag. : 5/5
Data : 29/06/2000

Cliente : ABB Sae S.p.A.
Località : Baronìa - SS Appia km 663
74027 S. Giorgio Jonico (TA)
Rif. Vs/ : Ord. FAX Del : 16/06/2000

Campione in prova : N. 12 tronchi di rotaia di scorrimento
del Radiotelescopio C.N.R. Medicina Ricevuto il : 23/06/2000
Materiale e stato dichiarato : ASTM A 759-85
Tipo di esame richiesto : Esame magnetoscopico

I risultati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad esame.
Non è consentita la riproduzione parziale di questo documento senza l'autorizzazione del Labomet S.r.l.



Foto n. 5
particolare delle
indicazioni situate sul
tratto longitudinale
rotaia 5-4 lato 4

