

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA

INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I R 0 B 0 2 D 1 0 R H S L 0 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	Dinelli <i>Dinelli</i>	Luglio 2020	S.Paoloni <i>S.Paoloni</i>	Luglio 2020	T.Paoletti <i>T.Paoletti</i>	Luglio 2020	L.Berardi Luglio 2020

File : IR0B01D10RHSL0100001A.doc

n. Elab.:

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	2 di 14

1	INTRODUZIONE.....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3.1	SOTTOPASSO	4
3.2	VANI SCALE	5
3.3	OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE	7
4	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
4.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	9
4.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	10
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
5.1	CALCESTRUZZO	11
5.1.1	<i>Elemento strutturale: pali di grande diametro</i>	<i>11</i>
5.1.2	<i>Elemento strutturale: muro di sostegno - elevazione</i>	<i>12</i>
5.1.3	<i>Elemento strutturale: muro di sostegno – fondazione.....</i>	<i>12</i>
5.2	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C	13

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA					
SOTTOPASSI E SOTTOVIA Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva	COMMESSA IR0B	LOTTO 02	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH SL0100 001	REV. A	FOGLIO 3 di 14

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto Potenziamento della linea Foligno–Terontola, rientrano gli interventi di semplificazione e velocizzazione ed upgrade tecnologico presso la stazione di Ellera. Le attività prevedono la velocizzazione degli itinerari in deviata, l'adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione e l'upgrading tecnologico dell'impianto esistente ACEI in un più moderno apparato ACC.

Il Programma di Esercizio fornito come input prevede interventi di semplificazione e velocizzazione dei deviatori dell'impianto. In particolare si effettuano le seguenti lavorazioni:


- Sostituzione delle comunicazioni esistenti a 30 km/h con comunicazioni a 60 km/h lato Foligno. La sostituzione era prevista anche per i deviatori lato Terontola ma è stato deciso successivamente da RFI di mantenere l'attuale velocità per le comunicazioni lato Terontola;
- Realizzazione di tronchini di indipendenza per i binari di precedenza;
- Ampliamento del marciapiede al servizio dei binari II e futuro III, accessibile attraverso un nuovo sottopasso, e adeguamento a STI del marciapiede esistente;
- Dismissione dei binari di scalo lato F.V. e della relativa comunicazione di accesso posta sul I binario.

Per la stazione di Ellera è inoltre previsto, come detto in precedenza, l'upgrade tecnologico dell'attuale apparato (con ACC telecomandabile) e conseguente riconfigurazione del Posto Centrale.

L'inizio dell'intervento è previsto alla progressiva Km 49+050 circa e termina alla progressiva Km 49+900 circa.

È prevista la modifica dell'attuale PRG di stazione allo schematico comunicato dal Cliente, la realizzazione di un nuovo sottopasso e dei collegamenti perdonali (rampe scale ed ascensori), innalzamento del marciapiede del binario I H=55cm e realizzazione di un nuovo marciapiede ad isola H=55cm. Inoltre verrà prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale.

Verranno previste due nuove pensiline ferroviarie su ciascun marciapiede a copertura del nuovo sottopasso.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA					
SOTTOPASSI E SOTTOVIA Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva	COMMESSA IR0B	LOTTO 02	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH SL0100 001	REV. A	FOGLIO 4 di 14

Le suddette modifiche al PRG di stazione comportano la necessità di demolire e ricostruire il cavalcaferrovia di Via Corcianese.

Verrà previsto un nuovo Fabbricato Tecnologico per ospitare la cabina ACC, i locali tecnologici e la Cabina MT/BT, quest'ultima necessaria per una migliore gestione dei carichi elettrici presenti in stazione.

Saranno previsti infine, dal punto di vista impiantistico:

- illuminazione punte scambi;
- impianti RED;
- illuminazione scale, sottopasso, banchine;
- impianti IaP e DS.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive le opere relative al sottopasso viaggiatori della stazione ferroviaria di Ellera.

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

3.1 SOTTOPASSO

L'intervento in oggetto è stato previsto mediante più fasi realizzative.

In particolare, il sottopasso oggetto di calcolo presenta la geometria di seguito riportata:

- $S_{SUP} = 0,70$ m altezza del solettone di copertura
- $S_{INF} = 0,80$ m altezza del solettone di fondazione
- $S_{P1} = S_{P2} = 0,70$ m spessore dei piedritti
- $B_{EST} = 8,20$ m larghezza totale del sottopasso
- $B_{INT} = 6,80$ m larghezza interna del sottopasso

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	5 di 14

- $L = 12,62$ m lunghezza totale del sottopasso
- $H_{EST} = 4,75$ m altezza totale del sottopasso
- $H_{INT} = 3,25$ m altezza interna del sottopasso

In aggiunta, con lo scopo di sostenere le azioni durante le fasi di spinta del monolite sulla platea di varo di spessore pari a 40 cm, sarà realizzato un muro reggispinta di spessore pari a 1,00 m, altezza pari a 3,00 m e lunghezza pari a 10.05m

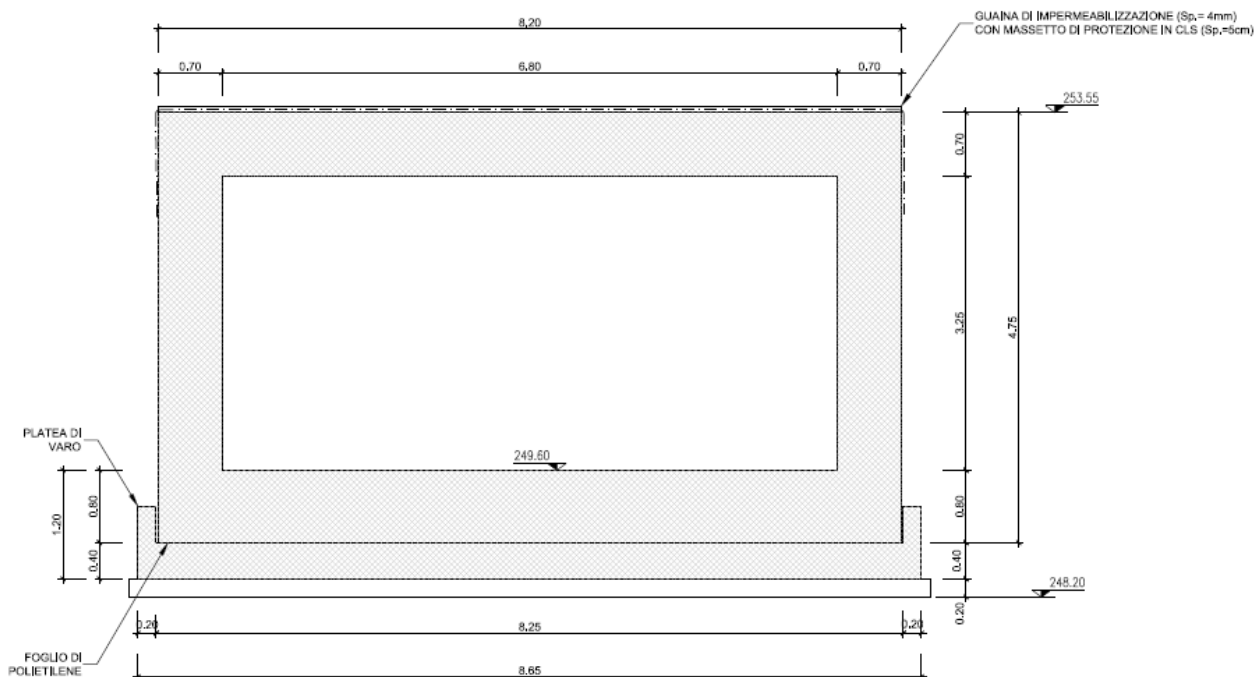


Figura 1 - Sezione trasversale monolite

3.2 VANI SCALE

Le scale lato marciapiede I binario saranno costituite da due rampe, ciascuna con due pianerottoli intermedi, non poggianti sul terreno. Le rampe permettono di coprire il dislivello di circa 5,40m tra la quota della banchina e la quota del piano calpestabile del sottopasso. Le rampe saranno a soletta piena di spessore di 20 cm circa e larghezza 2,84.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	6 di 14

La struttura del corpo rampe di scale sarà costituita da muri in c.a. di spessore in elevazione pari a 0.6m e spessore in fondazione pari a 0.7m. E' presente in corrispondenza del sottopasso scatolare il vano ascensore di altezza interna 1.5m.

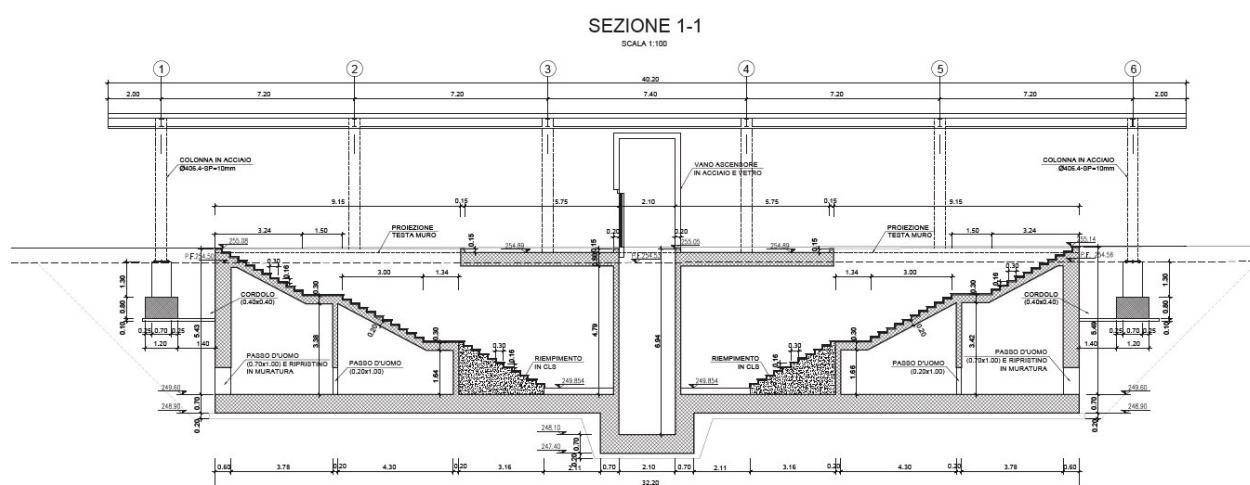


Figura 2 – Sezione scale marciapiede I binario

Le scale lato marciapiede ad isola tra II e III binario saranno costituite da due rampe, ciascuna con due pianerottoli intermedi, non poggianti sul terreno. Le rampe permettono di coprire il dislivello di circa 5,40m tra la quota della banchina e la quota del piano calpestabile del sottopasso. Le rampe saranno a soletta piena di spessore di 20 cm circa e larghezza 2,84.

La struttura del corpo rampe di scale sarà costituita da muri in c.a. di spessore in elevazione pari a 0.6m e spessore in fondazione pari a 0.7m. Sono presenti in corrispondenza del sottopasso scatolare il vano ascensore ed un vano per l'ubicazione di un'elettropompa idraulica per la gestione delle acque residue, entrambi di altezza interna 1.5m.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	7 di 14

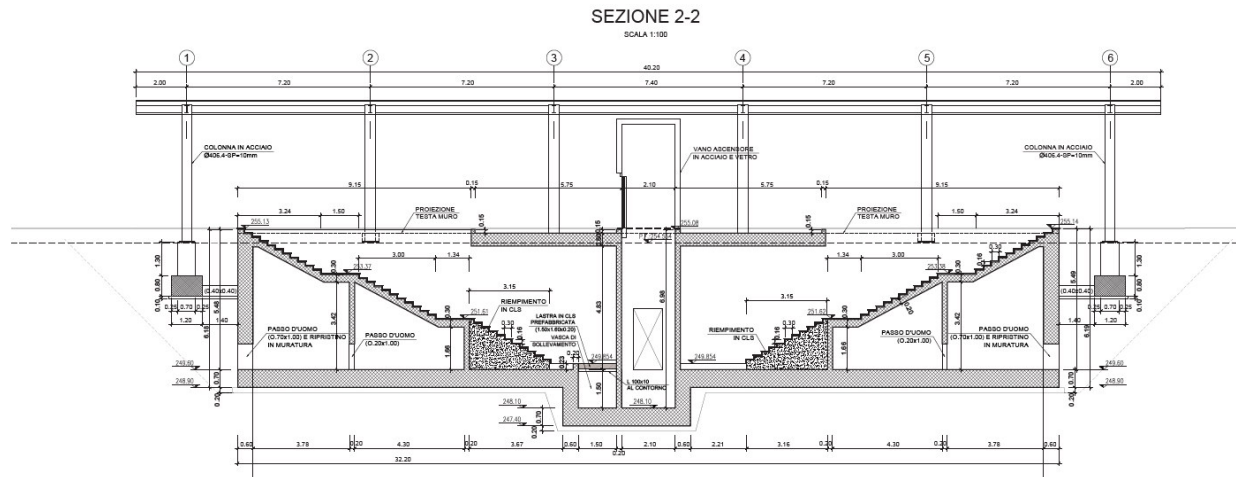


Figura 3 – Sezione scale marciapiede ad isola II e III binario

3.3 OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE

Per la costruzione della struttura è prevista l'adozione di paratie provvisorie di micropali $\Phi=300\text{mm}$, $i=0.45\text{m}$, $L=12\text{m}$ puntonate con doppia orditura di puntoni attraverso tubolari di acciaio di dimensione $\Phi=219.1\text{mm}$, $sp=10\text{mm}$, $i=4.95\text{m}$

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	8 di 14

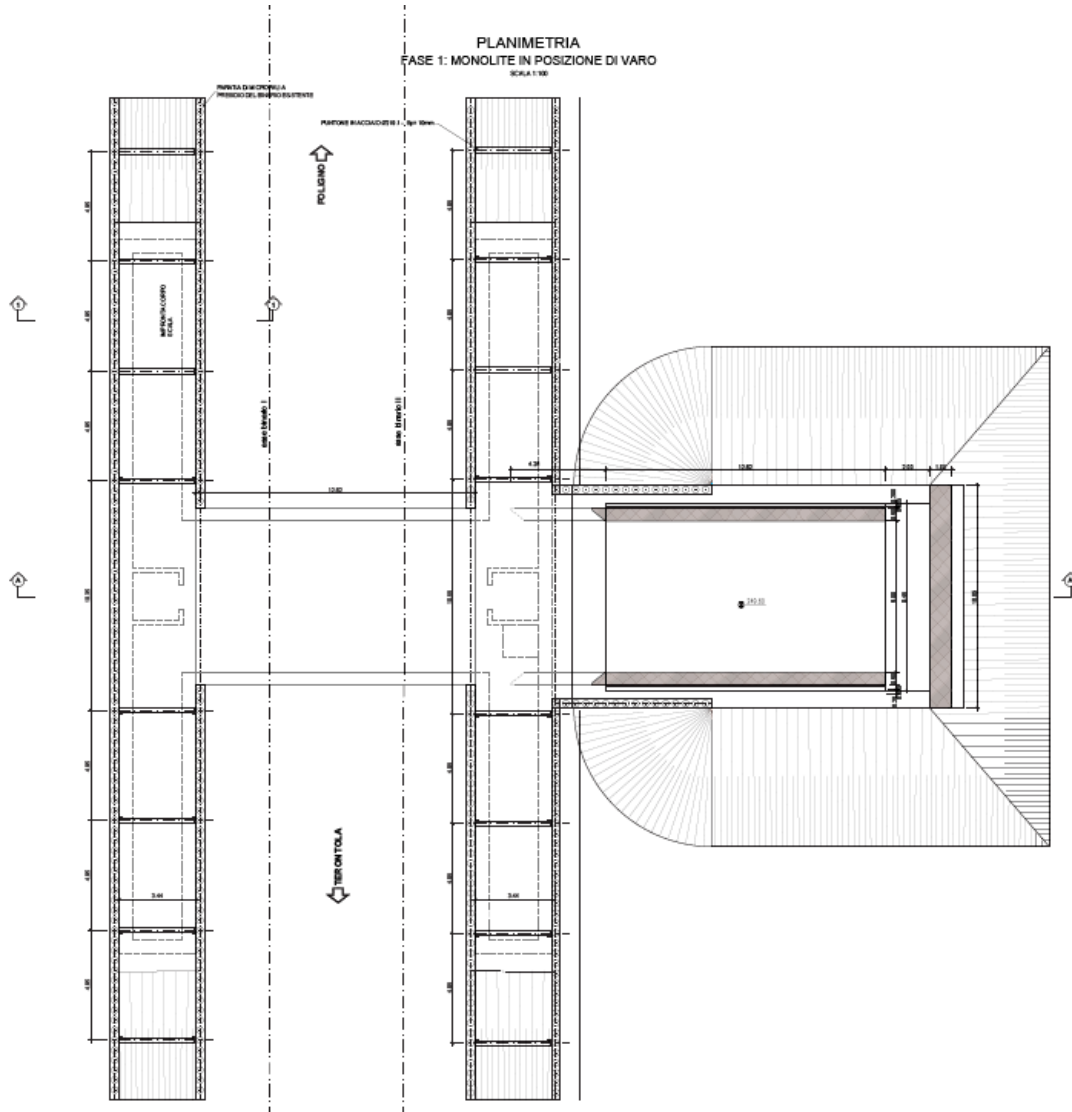


Figura 1 – Planimetria opere provvisorie

Tutti i micropali sono previsti realizzati in I.P.O.

Durante la fase di varo del monolite, è previsto il sostegno del I e del II binario attraverso ponte di tipo Essen.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA												
SOTTOPASSI E SOTTOVIA Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IR0B</td> <td>02</td> <td>D10</td> <td>RH SL0100 001</td> <td>A</td> <td>9 di 14</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	9 di 14
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	9 di 14								

4 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

4.1 **DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO**

- [1] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Geotecnica – Profilo geotecnico (doc. IR0B02D10F7GE0006001)
- [2] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Geotecnica – Relazione geotecnica generale (doc. IR0B02D10GEGE0006001)
- [3] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - Piante e sezioni scale e sottopasso (doc. IR0B02D10BASL0100001)
- [4] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - carpenteria scatolare (doc. IR0B02D10BBSL0100001)
- [5] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - opere provvisionali: pianta, prospetto e dettagli (doc. IR0B02D10BASL0100002)
- [6] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - fasi di varo del monolite (doc. IR0B02D10BZSL0100001)
- [7] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - relazione di calcolo opere provvisionali (doc. IR0B02D10CLSL0100001)

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA												
SOTTOPASSI E SOTTOVIA Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IR0B</td> <td>02</td> <td>D10</td> <td>RH SL0100 001</td> <td>A</td> <td>10 di 14</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	10 di 14
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	10 di 14								

[8] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - relazione di calcolo scatolare (doc. IR0B02D10CLSL0100002)

[9] ITALFERR – Progetto Definitivo – Potenziamento della linea Foligno – Terontola: interventi di semplificazione e velocizzazione sul PRG della stazione di Ellera – Nuovo sottopasso di stazione Assisi - relazione di calcolo scale (doc. IR0B02D10CLSL0100003)

4.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

[10] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.30

[11] Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

[12] RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20.12.2019- “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI”

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA</p>					
<p>SOTTOPASSI E SOTTOVIA</p> <p>Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IR0B</p>	<p>LOTTO</p> <p>02</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D10</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>RH SL0100 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>11 di 14</p>

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 delle NTC2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi delle NTC citate.

È stato tenuto in conto anche di quanto indicato nel Manuale di Progettazione RFI.

5.1 CALCESTRUZZO

5.1.1 *Elemento strutturale: pali di grande diametro*

Classe di resistenza = C25/30

R_{ck} = resistenza cubica = 30 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 24.9 N/ mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 32.9 N/ mm²

f_{cd} = $\alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ = 0.85 x 24.9 / 1.5 = 14.11 N/mm²

f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice = 0.30 x $f_{ck}^{2/3}$ = 2.56 N/ mm²

f_{ctk} = resistenza a trazione caratteristica = 0.70 x f_{ctm} = 1.79 N/ mm²

f_{cfm} = resistenza media a trazione per flessione = 1.20 x f_{ctm} = 3.07 N/ mm²

E_{cm} = modulo elastico tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 x ($f_{cm}/10$)^{0.3} = 31447 N/ mm²

Classe di esposizione XC2

Copriferro minimo = 60 mm

Tolleranza di posa del copriferro = +10 mm;

Condizioni ambientali: normali

Apertura fessure limite: w_1 = 0.2 mm

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ELLERA</p>												
<p>SOTTOPASSI E SOTTOVIA</p> <p>Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IR0B</td> <td>02</td> <td>D10</td> <td>RH SL0100 001</td> <td>A</td> <td>12 di 14</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	12 di 14
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	12 di 14								

5.1.2 Elemento strutturale: muro di sostegno - elevazione

Classe di resistenza = C32/40

R_{ck} = resistenza cubica = 40 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/ mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 41.2 N/ mm²

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times 30.7 / 1.5 = 18.81$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice = $0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.10$ N/ mm²

f_{ctk} = resistenza a trazione caratteristica = $0.70 \times f_{ctm} = 2.17$ N/ mm²

f_{ctm} = resistenza media a trazione per flessione = $1.20 \times f_{ctm} = 3.72$ N/ mm²

E_{cm} = modulo elastico = $22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ N/ mm²

Classe di esposizione XC4

Copriferro minimo = 50 mm

Tolleranza di posa del copriferro = +10 mm

Condizioni ambientali: aggressive

Apertura fessure limite: $w_1 = 0.2$ mm

5.1.3 Elemento strutturale: muro di sostegno – fondazione

Classe di resistenza = C30/37

R_{ck} = resistenza cubica = 37 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 30.7 N/ mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 38.7 N/ mm²

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times 30.7 / 1.5 = 17.4$ N/mm²

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico descrittiva

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	13 di 14

$$f_{ctm} = \text{resistenza media a trazione semplice} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = \text{resistenza a trazione caratteristica} = 0.70 \times f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cfm} = \text{resistenza media a trazione per flessione} = 1.20 \times f_{ctm} = 3.53 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = \text{modulo elastico} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 328801 \text{ N/mm}^2$$

Classe di esposizione XC3

Copriferro minimo = 40 mm

Tolleranza di posa del copriferro = +10 mm

Condizioni ambientali: normali

Apertura fessure limite: $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

5.2 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y \text{ non}} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t \text{ non}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

E deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

Tabella 5-1 Requisiti acciaio.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**Nuovo sottopasso di stazione Ellera - Relazione tecnico
descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	02	D10	RH SL0100 001	A	14 di 14

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{v, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_v/f_{v, nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

Inoltre si ha:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sovrapposizioni barre} \geq 40\phi$$

Resistenza di calcolo a rottura agli SLU ($\gamma_s = 1.15$) per trazione e deformazione corrispondente:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.186\%$$