

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. Nicola Cuozzo	Ing. Piergiorgio GRASSO Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO- TELESE

VERIFICA DI RESISTENZA AL FUOCO

GALLERIE

APPALTATORE	SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. Dott. Ing. Sabino Del Balzo DIRETTORE TECNICO Ing. S. Del Balzo 24/02/2020	-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	R	H	O	C	0	0	0	0	0	3	8	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	D. Neri	24/02/2020	A. Fernandez	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	Ing. Nicola Cuozzo
								 24/02/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.RH.OC.00.0.0.038.A

n. Elab.:

Indice

1	GENERALITA'	3
2	NORMATIVE	9
3	MATERIALI	10
4	DURABILITA'	11
5	IPOTESI E CRITERI DI CALCOLO	14
6	RISULTATI DELL'ANALISI	19
6.1	SEZIONI DI NODO SOLETTA-PALO	23
6.2	SEZIONI DI MEZZERIA	25

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>OC0000 038</td> <td>A</td> <td>3 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	RH	OC0000 038	A	3 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	RH	OC0000 038	A	3 di 26								

1 GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del Progetto Esecutivo (PE) per il Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello–Benevento / 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano e si occupa, in particolare, della verifica al Fuoco della Galleria Artificiale Telese, codificata a nome GA02, e rappresentata da una struttura realizzata con il cosiddetto Metodo Milano, detto anche Cut&Cover.

La seguente Tabella individua le tipologie delle Sezioni impiegate nella costruzione e, di conseguenza, nell'analisi strutturale dell'Opera e mette in evidenza come, vista la sua notevole lunghezza che supera i 2900m e la varietà delle condizioni geometriche e geotecniche incontrate lungo il suo sviluppo, le verifiche della stabilità e sicurezza viene articolata in più sezioni tipologiche a seconda principali caratteristiche che concorrono a decretare e scegliere le singolarità meritorie di analisi.

Tabella 1: Tratti della Galleria Artificiale Telese (GA02)

Tratto	da PK	a PK	Sez. Tipo	Lunghezza
	km	km		m
Imbocco SUD Lato Canello	22+263.00	22+295.00	G	32.00
Galleria Artificiale GA02	22+295.00	22+310.00	F	15.00
Galleria Artificiale GA02 – Sez. Correnti	22+310.00	25+110.00	A, C	2 800.00
Galleria Artificiale GA02	25+110.00	25+162.00	E	52.00
Imbocco NORD Lato Benevento	25+162.00	25+200.00	D	38.00

Galleria Artificiale di Telese (GA02)	22+263.00	25+200.00		2 937.00

Il corpo principale della Ga02 è costituito, dunque, dalle Sezioni Tipo A e C,.

Le tipologie in Sezione Corrente sono composte da:

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	4 di 26

Soletta di Copertura $T_h = 1.40$ e 2.25 m

Pali DN= 1200 mm interasse $i_p = 1.50$ m

Soletta di Fondazione $T_h = 1.00$ m

Fodere $T_h = 0.40$ m

dove l'interasse tra i pali è misurato in asse tracciamento e risulta aumentato rispetto a quando previsto nel PD al fine di consentire la perforazione di pali di lunghezza fino a 30 m rimanendo nella tolleranza di Capitolato posta pari all'1%.

La diversità delle luci mostrate in Tabella 2, relativa alla definizione delle Sezioni di Calcolo di Tipo A e C, è dovuta alla presenza di aree tecniche a servizio dell'esercizio ferroviario che raggiungono lunghezze dell'ordine di centinaia di metri (per nicchie e nicchioni si faranno considerazioni locali), mentre le diverse lunghezze degli sbalzi dei pali sono legate alla diversità tra le tipologie A, composte da una soletta superiore a spessore costante, e le tipologie cosiddette C, che si compongono di solette a spessore variabile (anche se in modo discontinuo).

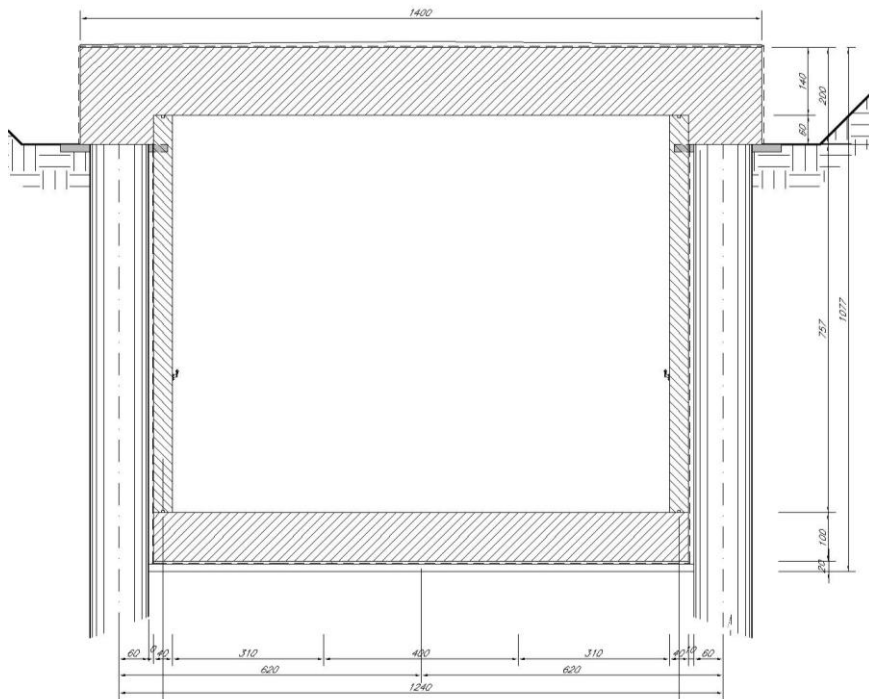


Figura 1: Sezione Tipo A per $H_r \leq 4.00$ m

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	5 di 26

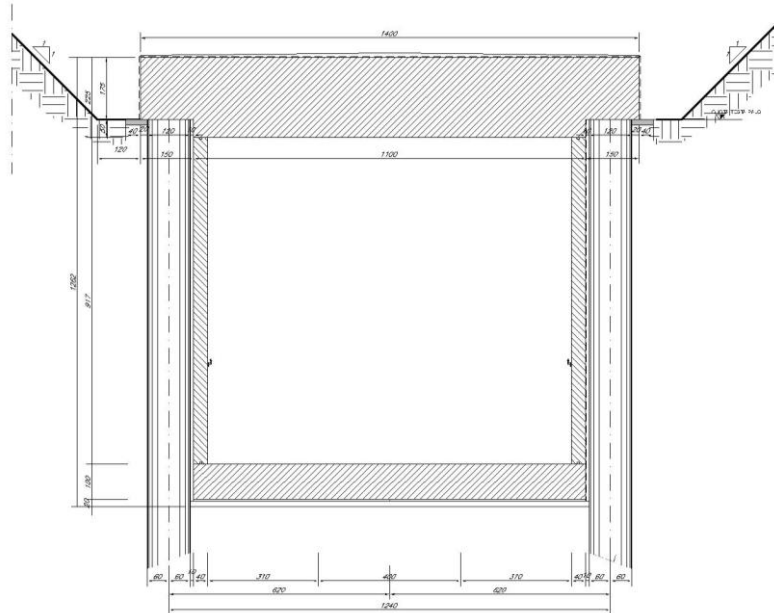


Figura 2: Sezione Tipo C per $4.00 < H_r \leq 6.00$ m

La Tabella 1 mostra che la lunghezza totale della Galleria non viene variata, né sono considerabili sostanziali le modeste variazioni dei tratti coperti e scoperti che, agli Imbocchi sia Nord che Sud, si ripartiscono diversamente rispetto alle previsioni di PD, ciò dovuto ad un maggior dettaglio delle operazioni di rilievo topografico eseguite in sede di Progettazione Esecutiva. Ciò che cambia è l'approccio costruttivo che, nella Sezione Tipo D, richiede l'adozione di una tecnica mista che vede lato monte la costruzione di una paratia di pali del diametro DN1500 mm di lunghezza totale 20 m, disposti con interasse 1.8 m con tiranti disposti su due file, e lato valle l'elevazione di un corrispondente muro su fondazioni profonde che offre il secondo appoggio alla soletta di copertura.

I Tiranti svolgono la funzione solo temporanea di consentire il raggiungimento delle quote di fondo scavo alle quali vengono realizzati "pali di fondazione", in numero di due con passo 3.60 m, il cui scopo non è propriamente il sostegno della sede ferroviaria quanto il contrasto alle spinte subite dalla paratia di monte che vengono "rilasciate" una volta de-tesati i tiranti provvisori.

In altre parole, viene confermato l'approccio progettuale proprio del Progetto Definitivo, salvo qualche diverso dettaglio che razionalizza il comportamento strutturale d'insieme e facilita la costruzione (abolizione dei diaframmi previsti in PD e loro sostituzione con pali DN1500). Il muro lato valle, infatti, viene elevato dalle quote di fondo scavo e non da quote intermedie come da PD e fondato su un palo aggiuntivo dello

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	6 di 26

stesso diametro dei pali della Paratia con tiranti. I pali di fondazione, del diametro DN1200 mm, sono aggiuntivi rispetto alla soluzione di PD e riducono l'azione orizzontale sui DN1500 di valle che vede un debole e, in parte, incerto, contrasto passivo offerto dal terreno in sito stante la sua parietalità.

La Sezione Tipo D, mostrata in precedenza, non ha un analogo e dettagliato riscontro nell'elenco elaborati del PD, mentre la Sezione Tipo E riportata nella seguente figura è del tutto analoga, a meno di una maggior cura grafica, alla soluzione prospettata nella precedente fase progettuale.

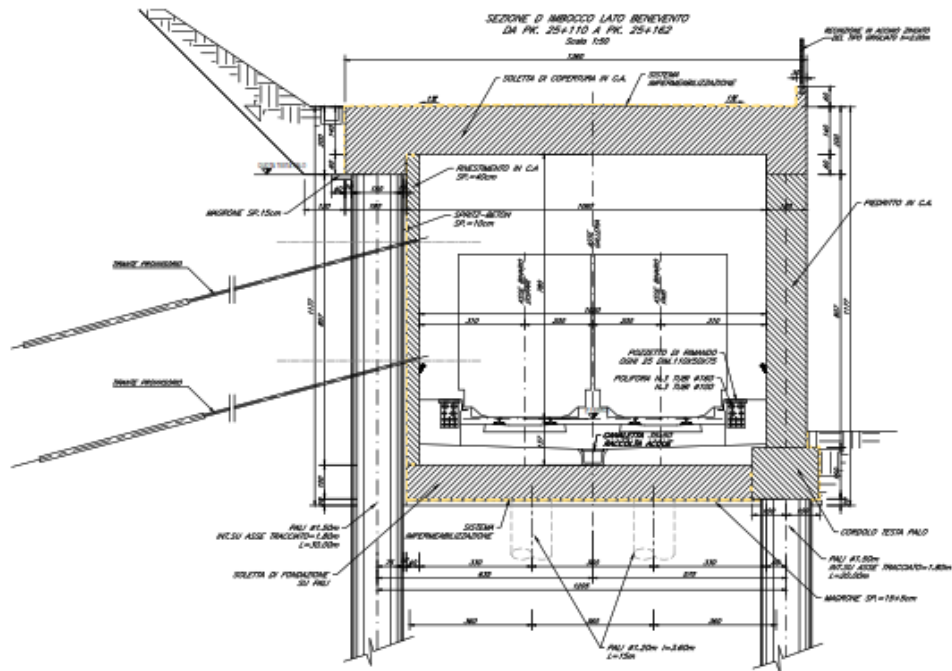


Figura 3: Progetto Esecutivo - Sezione Tipo D

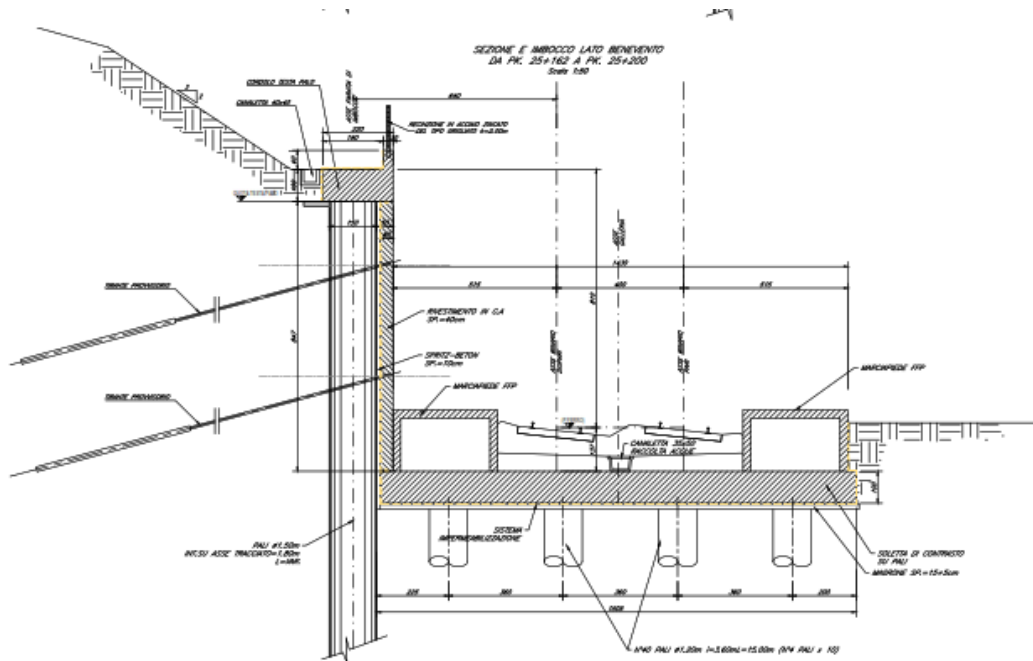


Figura 4: Progetto Esecutivo - Sezione Tipo E

Le Sezioni Tipo D ed E, come mostrato dalla Tabella 1, afferiscono al tratto terminale della Galleria Artificiale di Telese GA02, lato Benevento, e sottendono a complesse fasi costruttive che si sintetizzano come segue:

- Fase temporanea:
 - Costruzione della paratia di sostegno composta da pali DN1500 mm, disposti ad interasse 1.80m e di lunghezza variabile da 14 a 30 m, con uno o due ordini di tiranti tipo IRS inclinati sull'orizzontale a 15° a quattro trefoli pretesi a 300 kN di lunghezza 24 e 26m disposti lungo lo sviluppo della parete;
- Fase definitiva:
 - Costruzione in Fondazione della Soletta di Contrasto, di spessore 1.00 m, su pali DN1200 mm disposti a coppie ad interasse di 3.60 m e lunghezza 15 m che, una volta eseguita, consente il de-tensionamento dei tiranti provvisori tipo IRS;
 - Costruzione del Muro in c.a. di spessore 1.20m e altezza 8.57m, opposto alla Paratia precedente, fondato, su pali DN1500 mm disposti ad interasse 1.80m e di lunghezza 20 m;
 - Costruzione della Soletta di Copertura, di spessore 1.40 m e luce 12.40, che mette in continuità la Paratia con il Muro, realizzando un telaio.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	<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>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>OH</td> <td>OC0000 038</td> <td>A</td> <td>8 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	8 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	8 di 26								

L'imbocco Nord della Galleria Artificiale Telese, denominato Sezione Tipo E tra le pk 25+162 e 25+200, è, a sua volta, composto da:

- Fase temporanea:
 - Costruzione della paratia di sostegno composta da pali DN1500 mm, disposti ad interasse 1.80m e di lunghezza variabile da 14 a 30 m, con uno o due ordini di tiranti tipo IRS inclinati sull'orizzontale a 15° a quattro trefoli pretesati a 300 kN di lunghezza 24 e 26m disposti lungo lo sviluppo della parete;
- Fase definitiva:
 - Costruzione in Fondazione della Soletta di Contrasto, di spessore 1.00 m, su pali DN1200 mm disposti a coppie ad interasse di 3.60 m e lunghezza 30 m che, una volta eseguita, consente il de-tensionamento dei tiranti provvisori;

L'imbocco Sud si differenzia dall'imbocco Nord nella natura dei terreni che risultano di migliore consistenza e che pertanto consentono un alleggerimento delle Sezioni Tipo previste per quest'ultimo. L'approccio costruttivo, tuttavia, non cambia e pertanto le Fasi Costruttive rimangono invariate. A differenziare i due imbocchi rimane, dunque, il solo diametro delle Paratie lato monte che possono essere previste in pali del DN1200mm e lo spessore del muro a valle.

La verifica al fuoco viene condotta applicando la curva di incendio RWS (DM 28-10-2005) e studiando la distribuzione della temperatura all'interno del solido di calcestruzzo. Le verifiche vengono condotte per un tempo di esposizione R120 con il Metodo semplificato della Sezione Ridotta, cosiddetto della Curva Isoterma 500°C (cfr. EN 1992-1-2 § 4.2.3 e Annexe B.1). La profondità di penetrazione della isoterma definisce la porzione di calcestruzzo da scartare nella definizione dell'altezza utile post-evento della sezione resistente e, determinata la temperatura delle barre di armature, il fattore riduttivo della tensione di snervamento dell'acciaio interessato dal riscaldamento.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA OH	DOCUMENTO OC0000 038	REV. A	FOGLIO 9 di 26

2 NORMATIVE

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali:

- *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 Ottobre 2005*
«Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie» [1]
- *UNI 11076/2003 - Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendio [2]*
- *REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea [3]*
- *UNI EN 1991-1-2 - Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture – Parte 1-2 – Azioni in generale – Azioni sulle strutture esposte al fuoco [4] e relativa Appendice Nazionale*
- *UNI EN 1992-1-2 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2 – Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio [5] e relativa Appendice Nazionale*
- *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni» [6]*
- *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008» [7]*
- *Rete Ferroviaria Italiana – Manuale di progettazione – Parte II Sezione 4 Gallerie «Resistenza di Gallerie agli Incendi» [8]*

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">OH</td> <td style="text-align: center;">OC0000 038</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">10 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	10 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	10 di 26								

3 MATERIALI

Nella Tabella che segue si riportano in sintesi le Classi dei materiali impiegati per l'analisi strutturale:

ELEMENTO	CALCESTRUZZO
Soletta Superiore e Fodere	C32/40
Soletta Inferiore	C30/37
Pali e Cordoli	C25/30
Magroni di pulizia	C12/15
ELEMENTO	ACCIAIO IN BARRE A.M.
Tutti	B450C

Le specifiche tecniche dei materiali sopra descritti sono ricavate nei seguenti paragrafi, dove il riferimento principale per le verifiche SLE è stato assunto nelle Prescrizioni del Manuale RFI Parte 2 – Sezione 2 – 2.5.1.8.3.2.1. La Tabella che segue mostra il degrado delle prestazioni del Calcestruzzo al variare della temperatura (EN 1992-1-2).

Table 3.1: Values for the main parameters of the stress-strain relationships of normal weight concrete with siliceous or calcareous aggregates concrete at elevated temperatures.

Concrete temp. θ [°C]	Siliceous aggregates			Calcareous aggregates		
	$f_{c,\theta} / f_{ck}$ [-]	$\epsilon_{c1,\theta}$ [-]	$\epsilon_{c2,\theta}$ [-]	$f_{c,\theta} / f_{ck}$ [-]	$\epsilon_{c1,\theta}$ [-]	$\epsilon_{c2,\theta}$ [-]
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0150	0,0325	0,74	0,0150	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1100	0,01	0,0250	0,0475	0,02	0,0250	0,0475
1200	0,00	-	-	0,00	-	-

4 DURABILITA'

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI 11104, si definiscono di seguito le classe di esposizione del calcestruzzo delle diversi parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

Elemento	Classe CLS	Classe di Esp.ne	Ambiente	Diam.Max Aggregati	Max a/c	Min Cemento	Copriferro
				mm		[kg/mc]	[mm]
Soletta Superiore e Fodere	C32/40	XC4	aggressivo	32	0.50	340	40
Soletta Inferiore	C30/37	XA1	aggressivo	32	0.55	320	40
Pali e Cordoli	C25/30	XC2	ordinario	25	0.60	300	60

Classe esposizione norma UNI 9659	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione <small>Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.</small>						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensazione, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9659	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alle battiglie o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia e all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
 - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
 **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

Figura 5: Classi di esposizione secondo UNI-EN 206-2006.

		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	12 di 26

La scelta delle classi di resistenza dei conglomerati riportate in precedenza viene di seguito verificata impiegando il Prospetto 4 della UNI-EN 11104 il quale prescrive, in funzione delle Classi di Esposizione, la resistenza minima delle miscele da adottare:

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/lc</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Figura 6: Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n.617 del 02-02-09 redatta dal legislatore per una Vita Nominale di 50 anni:

Vita Nominale = 50 anni			barre c.a. per Piastre		barre c.a. per altri Elem.		cavi c.a.p. per Piastre		cavi c.a.p. per altri Elem.	
Cmin	Co	ambiente	C>=Co	Cmin<=C<Co	C>=Co	Cmin<= C<Co	C>=Co	Cmin<= C<Co	C>=Co	Cmin<=C<Co
25	35	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
28	40	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
35	45	molto aggr.	35	40	40	45	45	50	50	50

Figura 7: Definizioni del Copriferro secondo NTC08

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	13 di 26

Interpolando per la Vita Nominale di Progetto scelta dal Committente e pari a 75 anni, ed eseguendo il calcolo analitico del copriferro minimo, riportato nella tabella che segue, si evince che i copriferri adottati in PE confermano i copriferri già previsti in PD che già ottemperavano alle richieste normative.

	Pali	Soletta Inf.	Soletta Sup.	
fck =	25	30	32	N/mm ²
AMBIENTE =	2	2	2	Aggressivo
Classe di Esposizione =	XC2	XA1	XC4	
Cmin =	28	28	28	N/mm ²
Co =	40	40	40	N/mm ²
VITA NOMINALE =	75	75	75	anni
Copriferro base =	35	30	30	mm
Incr. per Resistenza =	5	0	0	mm
Incr. per Vita Nominale =	5	5	5	mm
Incr. per Controllo Qualità =	0	0	0	mm
Copriferro di Calcolo =	45	35	35	mm
Copriferro di PE =	60	40	40	mm

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	<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>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>OH</td> <td>OC0000 038</td> <td>A</td> <td>14 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	14 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	14 di 26								

5 IPOTESI E CRITERI DI CALCOLO

Vengono illustrati i criteri seguiti e i risultati ottenuti nell'affrontare il tema delle verifiche di resistenza al fuoco delle strutture portanti e dei rivestimenti definitivi delle Gallerie previste nell'ambito della *Tratta Canello-Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano*.

Nello specifico, le Opere interessate dalla presente relazione sono le seguenti:

Galleria GA02 alla progr. 22+263.00 L= 2 937.00 m

ma non la

Galleria GA01 alla progr. 19+396.64 L= 25.7 m

in quanto di lunghezza non superiore a 100m.

Il quadro normativo in cui si inserisce la presente relazione è composto da:

* **Regolamento UE n. 1303/2014 del 18/11/2014 Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie»** che ai §§ 4.2.1.2 e 6.2.7.2 “Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria” richiede:

“...nell'ambito della presente STI una galleria ha una lunghezza non inferiore a 0,1km...” - cfr. p.to a) § 2.4. -), siano verificati i seguenti aspetti:

- 1) *“...In caso di incendio, l'integrità del rivestimento della galleria deve mantenersi per un periodo di tempo sufficientemente lungo da consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale nonché l'intervento delle squadre di emergenza. Tale periodo di tempo deve essere conforme agli scenari di evacuazione considerati e essere indicato nel piano di emergenza...”* (cfr. p.to a) § 4.2.1.2 *Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria.*

La conformità a tale requisito deve essere valutata dall'organismo notificato *“...utilizzando i risultati dei calcoli e/o delle prove effettuati dal richiedente o un metodo equivalente. (1) Per dimostrare che l'integrità del rivestimento della galleria si mantiene per un periodo sufficientemente lungo da consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale nonché l'intervento delle squadre di emergenza, è*

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	15 di 26

sufficiente provare che il rivestimento della galleria può resistere a una temperatura **di 450 °C** a livello del soffitto per lo stesso periodo...” (cfr. p.to (1) § 6.2.7.2 Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria) “...Questa verifica non è necessaria per le gallerie in roccia senza un sostegno supplementare...”.

- 2) “...Nel caso di gallerie sommerse e di gallerie che possono causare il cedimento di **significative strutture adiacenti**, la struttura principale della galleria deve resistere alla temperatura dell'incendio per un periodo di tempo sufficiente a consentire l'evacuazione delle zone a rischio della galleria e delle strutture adiacenti. Tale periodo di tempo deve essere indicato nel piano di emergenza...” (cfr. p.to b) § 4.2.1.2 Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria).

La conformità a tale requisito deve essere valutata dall'organismo notificato “...utilizzando i risultati dei calcoli e/o delle prove effettuati dal richiedente o un metodo equivalente. (2) La valutazione della resistenza delle gallerie sommerse o di gallerie che possono causare il cedimento di importanti strutture adiacenti deve essere effettuata conformemente a un'idonea «curva di incendio» (variazione della temperatura nel tempo durante un incendio) scelta dal richiedente...” (cfr. p.to (2) § 6.2.7.2 Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria) “...Questa verifica non è necessaria per le gallerie in roccia senza un sostegno supplementare...”.

In assenza di determinazioni di merito anche da parte della Committenza ed in considerazione di quanto indicato nel documento IF0H02D16RGES0001001A – Relazione tecnica di esercizio, e nelle prescrizioni del Manuale della Progettazione (cfr. § 4.9.2) le verifiche vengono inquadrare nell'ambito del punto 2) precedentemente definito e condotte nell'ipotesi in cui lo scenario di incendio sia definito dalla curva di incendio nominale Temperatura/tempo da UNI 11076/2003 denominata RWS (DM 28.10.2005) ed il “...periodo di tempo sufficiente a consentire l'evacuazione delle zone a rischio della galleria e delle strutture adiacenti....indicato nel piano di emergenza...” sia non superiore a 120 minuti.

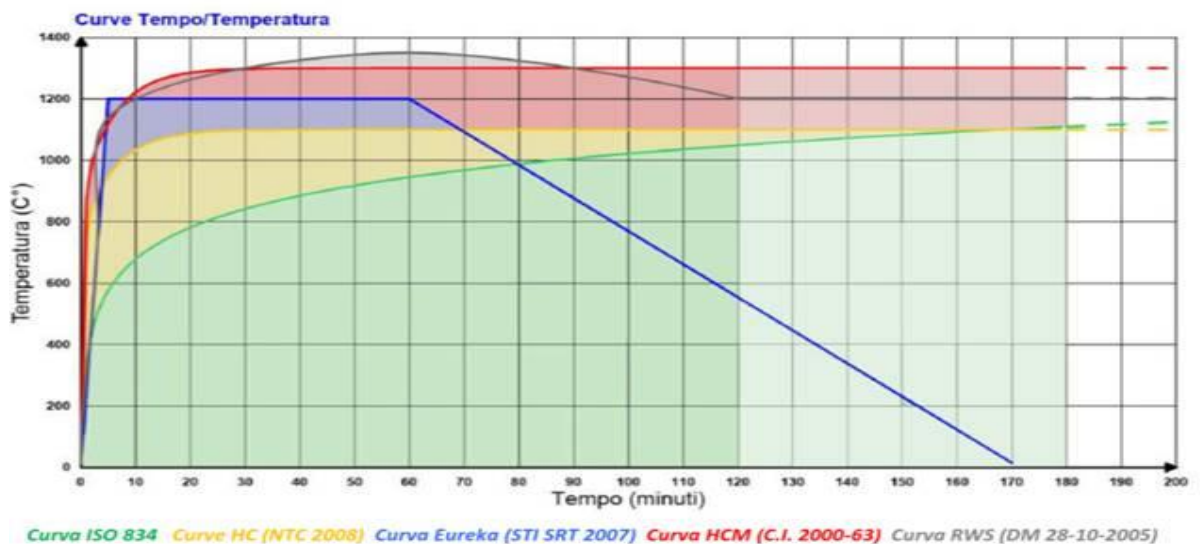


Figura 4.9.2.2 - Principali curve di incendio nominali

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	16 di 26

Nell'applicazione del metodo della Curva Isoterma 500°C viene implementato un modello FEM di elementi shell opportunamente stratificato in funzione delle profondità notevoli da cogliere nell'analisi di diffusione (copriferro, staffe, armature, ...) a simulare la Soletta di Copertura della Galleria Artificiale per l'intera sua estensione di 11.20 m e larghezza unitaria. La superficie contro-terra viene tenuta alla temperatura di 20°C, le pareti verticali del modello tenute adiabatiche, e la curva di incendio applicata all'intradosso.

Le figure a pagina seguente mostrano, tratte dal programma FEM, le curve che definiscono i parametri che governano l'analisi. La curva temperatura-tempo viene applicata in steps di 120 sec e fino a raggiungere i 120 minuti richiesti, mentre l'andamento del Calore Specifico "c_p" e della Conducibilità Termica "λ_c" al variare della temperatura sono tratte da EN 1992-1-2:

$$\lambda_c = 2 - 0,2451 (\theta / 100) + 0,0107 (\theta / 100)^2 \text{ W/m K} \quad \text{for } 20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 1200^\circ\text{C}$$

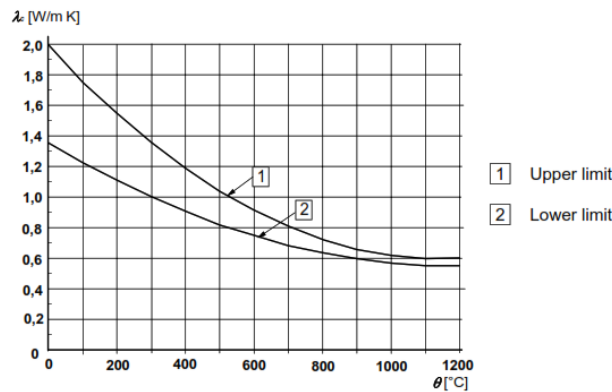
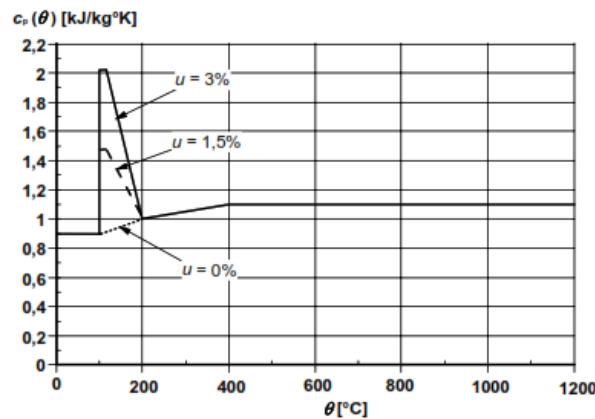


Figure 3.7: Thermal conductivity of concrete



Il Coefficiente di Trasferimento di Calore per Convezione viene assunto pari a: 25 W/m² °C
 Emissività della Superficie di Cls pari: 0.70

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	17 di 26

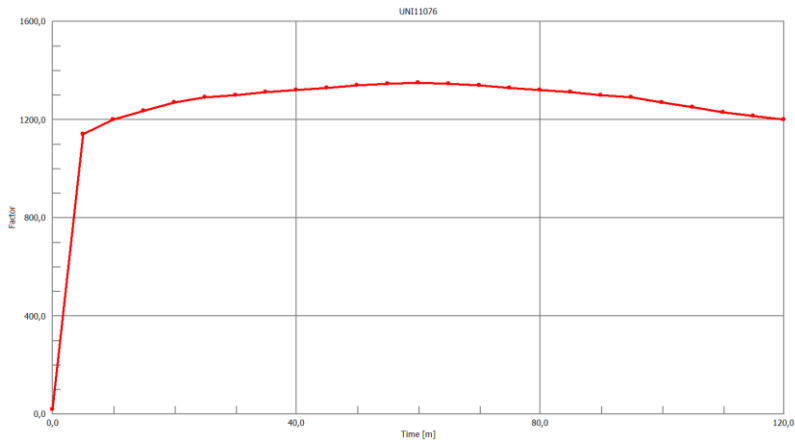


Figura 8: Curva Temperatura-Tempo Applicata (UNI11076)

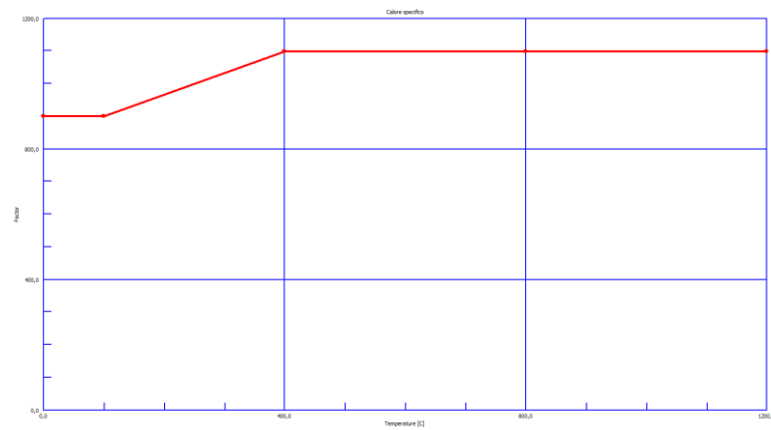


Figura 9: Calore Specifico del Calcestruzzo: $c_p(\theta)$

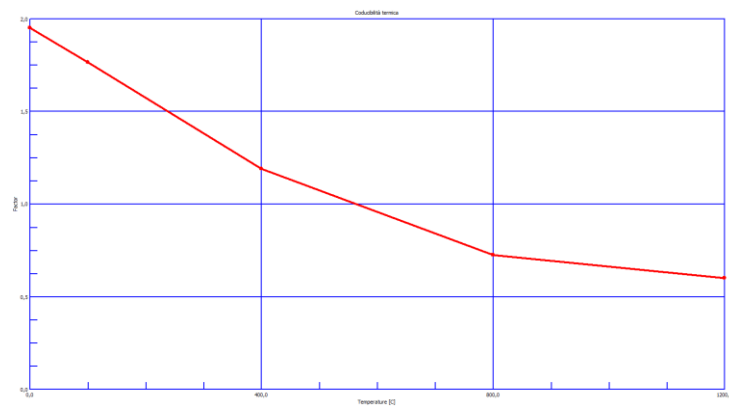


Figura 10: Conducibilità Termica del Calcestruzzo: λ_c

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	18 di 26

L'analisi descritta va, inoltre, completata valutando l'influenza del fenomeno di Spalling sulla risposta strutturale la cui entità è definita dallo stesso *Manuale della Progettazione* come sotto-riportato:

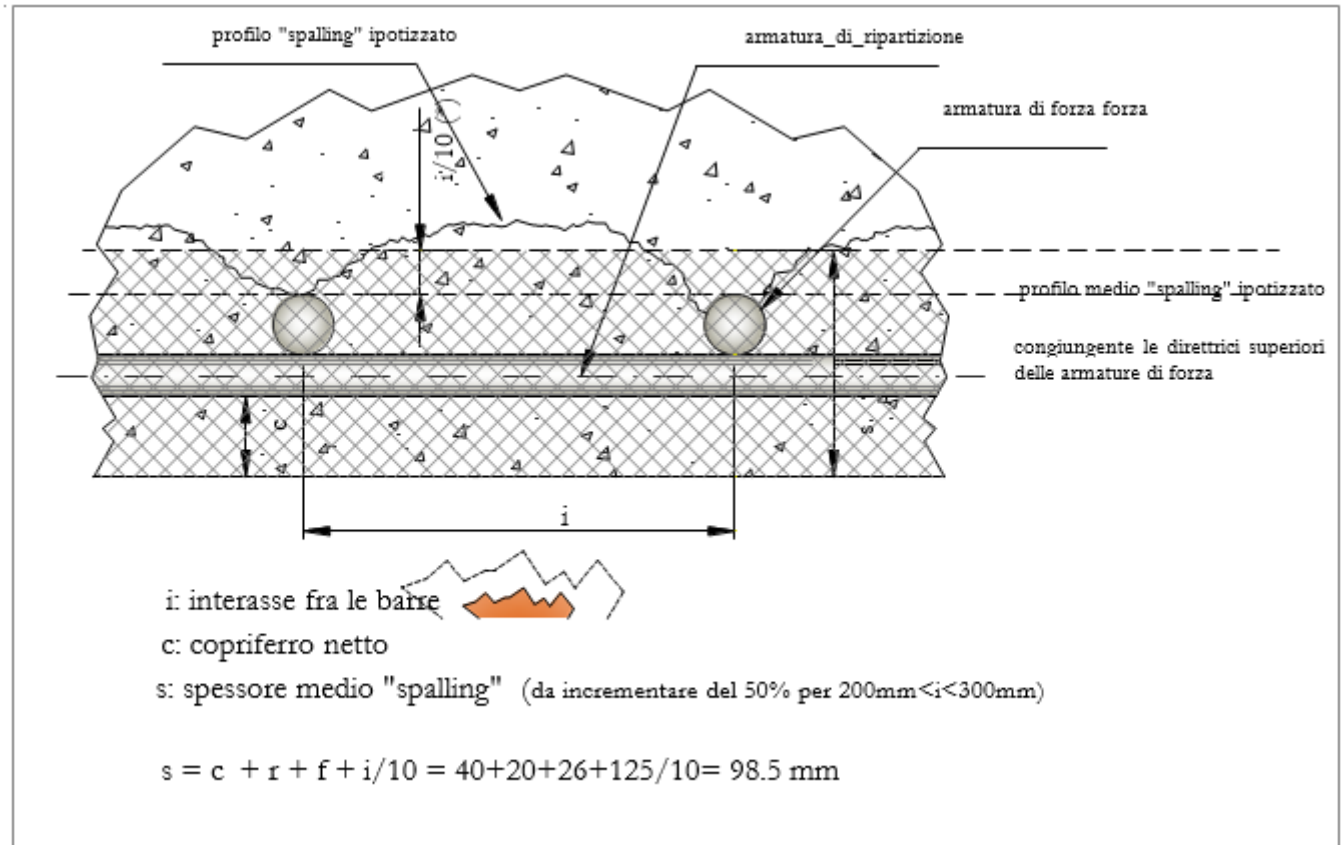


Figura 11: Conducibilità Termica del Calcestruzzo: λ_c

benchè EN 1992-1-2 (cfr § 4.5.1) specifichi che per le solette il fenomeno di Spalling non vada considerato quando:

Note: Where the number of bars is large enough, it may be assumed that an acceptable redistribution of stress is possible without loss of the stability (R). This includes:

- solid slabs with evenly distributed bars,
- beams with a width larger than 400 mm and containing more than 8 bars in the tensile area

L'analisi della sezione in caso di Spalling va comunque eseguita considerando la riduzione di sezione dovuta alla caduta del calcestruzzo ma a prestazioni dell'acciaio immutate.

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	19 di 26

6 RISULTATI DELL'ANALISI

Il “Metodo delle Curve Isoterme 500 °C” è applicabile per una sezione avente come base un'ampiezza minima riportata nella seguente tabella.

Fire resistance	R 60	R 90	R120	R180	R240
Minimum width of cross-section mm	90	120	160	200	280

La geometria della sezione viene ridotta di una quantità pari allo spessore del calcestruzzo danneggiato, ossia raggiunto dall'isoterma 500 °C, a partire dalla superficie direttamente esposta al fuoco, ovvero dall'intradosso della soletta di copertura. La porzione restante della sezione, che presenta una temperatura inferiore a 500 °C, conserva le proprie caratteristiche sia in termini di resistenza che modulo di elasticità completamente intatte.

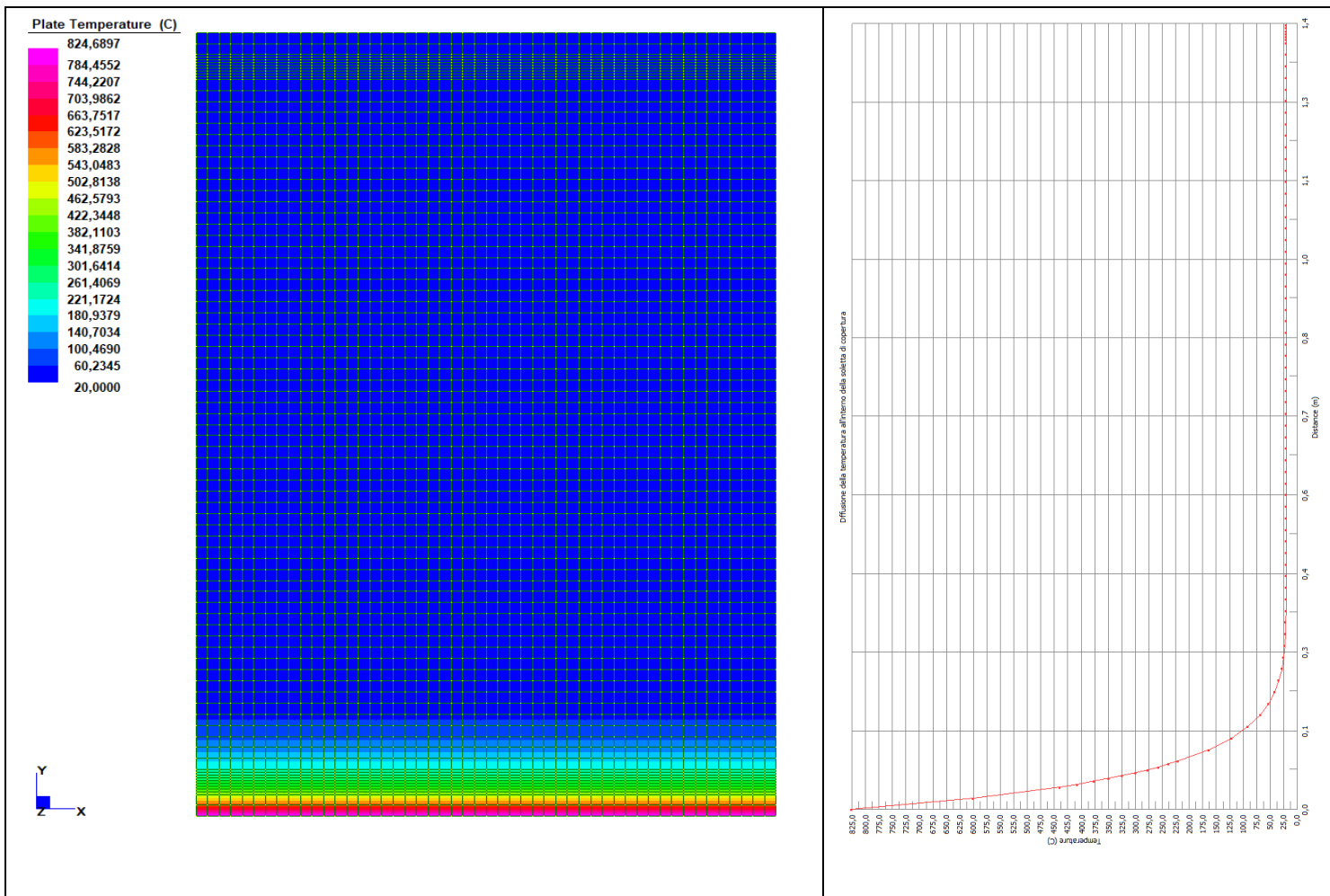


Figura 12: Diffusione Termica nella Soletta H=1400 mm – Sezione Tipo A

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	20 di 26

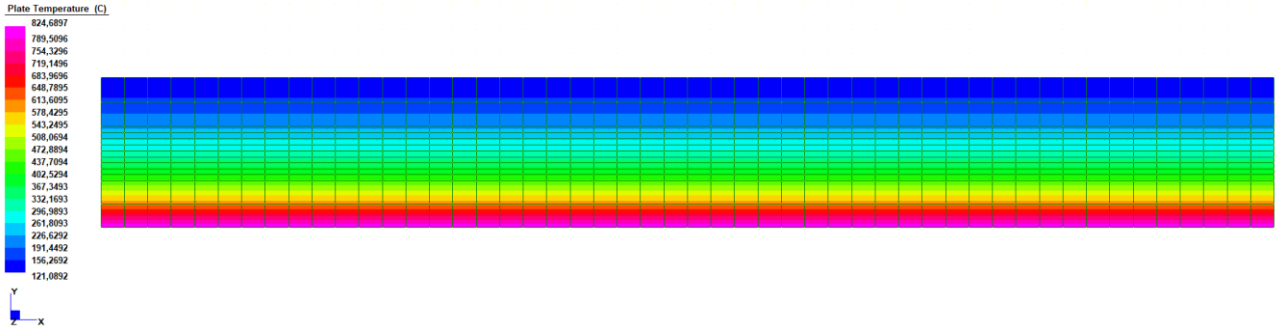


Figura 13: Diffusione Termica nella Soletta H=1400 mm – Dettaglio all’Intradosso

Le figure precedenti mostrano che la massima temperatura raggiunta dal calcestruzzo a 120 minuti di esposizione è pari a $T = 825 \text{ }^\circ\text{C}$.

Lo spessore di calcestruzzo interessato da temperature $T \geq 500 \text{ }^\circ\text{C}$ è pari a $c_{fi} = 33 \text{ mm}$.

Le temperature del calcestruzzo in corrispondenza delle Staffe $\Phi 20$ sono comprese tra 439 e $323 \text{ }^\circ\text{C}$.

Le temperature del calcestruzzo in corrispondenza delle Armature di Forza $\Phi 26$ del primo strato sono comprese tra 323 e $220 \text{ }^\circ\text{C}$.

I risultati ottenuti dall’analisi FEM sono confrontabili con il grafico empirico tratto dall’Allegato A del EN 1992-1-2 che fornisce la distribuzione della temperatura in una soletta di spessore 200 mm soggetta ad una curva di incendio da idrocarburi:

$$\theta_g = 1\,080 (1 - 0,325 e^{-0,167 t} - 0,675 e^{-2,5 t}) + 20$$

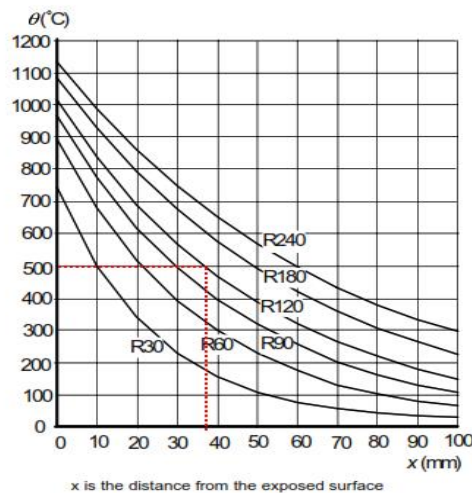


Figure A.2: Temperature profiles for slabs (height $h = 200$) for R60 - R240

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA OH	DOCUMENTO OC0000 038	REV. A	FOGLIO 21 di 26

Intersecando l'isoterma corrispondente a 500 °C, il grafico mostra che lo spessore di calcestruzzo non partecipante alla resistenza è valutato in $c_{fi} = 38$ mm.

L'altezza della sezione di calcestruzzo che presenta una temperatura maggiore di 500 °C, va dunque esclusa nella valutazione dell'altezza utile delle sezioni di interesse che, ai nodo soletta-pali valgono:

$$H_{fi} = H - c_{fi} = 1\,400 - 33 = 1\,367 \text{ mm}$$

$$H_{fi} = H - c_{fi} = 1\,750 - 33 = 1\,717 \text{ mm}$$

Dove il diagramma ricavato per la soletta $H=1400$ mm della Sezione Tipo A può essere certamente esteso alla Soletta Tipo C (cfr Figura 12).

Le armature di forza raggiungono, dunque, una temperatura tale che il fattore di riduzione delle loro prestazioni in resistenza vale, secondo EN 1992-1-2:

Table 3.2a: Class N values for the parameters of the stress-strain relationship of hot rolled and cold worked reinforcing steel at elevated temperatures

Steel Temperature θ [°C]	$f_{sy,0} / f_{yk}$		$f_{sp,0} / f_{yk}$		$E_{s,0} / E_s$	
	hot rolled	cold worked	hot rolled	cold worked	hot rolled	cold worked
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
100	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00
200	1,00	1,00	0,81	0,92	0,90	0,87
300	1,00	1,00	0,61	0,81	0,80	0,72
400	1,00	0,94	0,42	0,63	0,70	0,56
500	0,78	0,67	0,36	0,44	0,60	0,40
600	0,47	0,40	0,18	0,26	0,31	0,24
700	0,23	0,12	0,07	0,08	0,13	0,08
800	0,11	0,11	0,05	0,06	0,09	0,06
900	0,06	0,08	0,04	0,05	0,07	0,05
1000	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
1100	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Armature a Taglio: per $T= 400^\circ\text{C}$ $f_{sy,\theta}/f_{yk}= 1.00$ $E_{s,\theta}/E_s = 0.70$

Armature a Flessione: per $T= 289^\circ\text{C}$ $f_{sy,\theta}/f_{yk}= 1.00$ $E_{s,\theta}/E_s = 0.81$

La temperatura di riferimento delle barre è stata assunta a 1/3 del loro diametro dal lato più caldo.

Il posizionamento delle barre è dunque atto a preservarne l'integrità della resistenza.

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	22 di 26

Nell'eseguire la verifica al fuoco, propriamente detta, essendo l'incendio una condizione eccezionale i coefficienti parziali di sicurezza vanno imposti unitari. La Norma consente, per evitare il proliferare di combinazioni di carico, di trarre dalle analisi eseguite allo SLU i valori delle sollecitazioni da applicare nella Verifica al Fuoco (cfr EN 1992-1-2 § 2.4.2):

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}}$$

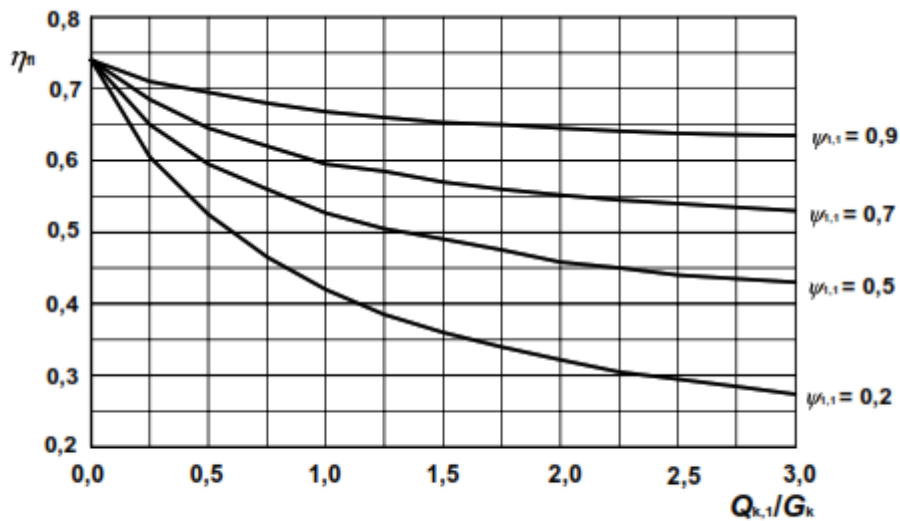


Figure 2.1: Variation of the reduction factor η_{fi} with the load ratio $Q_{k,1} / G_k$

Nel caso in esame il valore dei carichi mobili o accidentali è molto basso e pertanto si adotta:

$$\eta_{fi} = 0.70$$

Le Verifiche a Taglio non vanno eseguite (cfr.

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	23 di 26

6.1 SEZIONI DI NODO SOLETTA-PALO

La Tabella che segue mostra la sintesi delle verifiche di resistenza allo SLU delle sezioni di nodo tra la soletta di copertura e le palificate. In grassetto i valori che, dall'essere minimo il coefficiente di sicurezza SF, vengono prese in esame per le verifiche al fuoco.

WBS	TIPO	H_sez	A_tesa	N_sd	M_sd	SF
[-]	[-]	mm		kN	kNm	
GA02B	C2	1750	Φ24/125	-530	-1603	1.712
GA02C	C2	1750	Φ24/125	-530	-1603	1.712
	C2	1750	Φ24/125	-530	-1603	1.712
	C	1750	Φ24/125	-962	-1843	1.682
	C1	1750	Φ24/125	-1017	-1984	1.580
GA02D	C1	1750	Φ24/125	-1017	-1984	1.580
	C	1750	Φ24/125	-953	-1746	1.771
GA02E	C	1750	Φ24/125	-953	-1746	1.771
GA02F	A	1400	Φ24/125+Φ20/250	-572	-1570	1.763
GA02G	C1	1750	Φ24/125	-1036	-2127	1.480
GA02H	C1	1750	Φ24/125	-1036	-2127	1.480
GA02I	C1	1750	Φ24/125	-1036	-2127	1.480
	C	1750	Φ24/125	-1005	-2072	1.513
GA02L	A	1400	Φ24/125+Φ20/250	-567	-1741	1.589
	A1	1400	Φ26/125+Φ24/250	-749	-2274	1.500
	A	1400	Φ24/125+Φ20/250	-555	-1787	1.545
GA02M	A	1400	Φ24/125+Φ20/250	-432	-1395	1.924
GA02N	C	1750	Φ24/125	-799	-1384	2.147
	C3	1750	Φ24/125+Φ20/250	-1120	-2344	1.699
GA02O	C4	1750	Φ24/125+Φ20/250	-1055	-1940	2.017

		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	24 di 26

Da tale Tabella si estrae la seguente che seleziona le sezioni, a parità di altezza e armatura, che vengono fatte oggetto di Verifica al Fuoco sia riducendo l'altezza utile della sezione come da analisi di diffusione e variando il modulo elastico dell'acciaio (SF_a) e sia conservando le proprietà dell'armatura ma riducendo la sezione della quantità definita dal fenomeno di Spalling (le armature in zona compressa sono state annullate).

WBS	TIPO	H_sez	A_tesa	N_sd	M_sd	SF_a	SF_spalling
[-]	[-]	mm		kN	kNm		
GA02I	C1	1750-33	Φ24/125	-1036*0.7	-2127*0.7	1.940	1.802
	C	1750-33	Φ24/125	-1005*0.7	-2072*0.7	1.979	1.842
GA02L	A1	1400-33	Φ26/125+Φ24/250	-749*0.7	-2274*0.7	2.018	1.860
	A	1400-33	Φ24/125+Φ20/250	-555*0.7	-1787*0.7	2.089	1.931
GA02N	C3	1750-33	Φ24/125+Φ20/250	-1120*0.7	-2344*0.7	2.251	2.073

RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	25 di 26

6.2 SEZIONI DI MEZZERIA

La Tabella che segue mostra la sintesi delle verifiche di resistenza allo SLU delle sezioni di mezzeria. In grassetto i valori che, dall'essere minimo il coefficiente di sicurezza SF, vengono prese in esame per le verifiche al fuoco.

WBS	TIPO	H_sez	A_tesa	N_sd	M_sd	SF
[-]	[-]					
GA02B	C2	2250	Φ30/125+Φ24/125	-482	5062	1.569
GA02C	C2	2250	Φ30/125+Φ24/125	-482	5062	1.569
	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-962	3649	1.639
	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-387	4625	1.569
GA02D	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-387	4625	1.569
	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-953	3635	1.644
GA02E	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-953	3635	1.644
GA02F	A	1400	Φ24/125+Φ24/125	-587	2285	1.674
GA02G	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-405	4613	1.644
GA02H	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-405	4613	1.644
GA02I	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-405	4613	1.644
	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-1005	3668	1.642
GA02L	A	1400	Φ24/125+Φ24/125	-585	2293	1.668
	A1	1400	Φ26/125+Φ26/125	-784	3013	1.479
	A	1400	Φ24/125+Φ24/125	-506	2329	1.622
GA02M	A	1400	Φ24/125+Φ24/125	-449	2524	1.489
GA02N	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-799	3154	1.846
	C3	2250	Φ26/125+Φ20/250	-175	3935	1.459
GA02O	C4	2250	Φ26/125+Φ26/125	-292	4798	1.494

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
RESISTENZA AL FUOCO DELLE GALLERIE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>OH</td> <td>OC0000 038</td> <td>A</td> <td>26 di 26</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	26 di 26
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	OH	OC0000 038	A	26 di 26								

Da tale Tabella si estrae la seguente che seleziona le sezioni, a parità di altezza e armatura, che vengono fatte oggetto di Verifica al Fuoco. La variazione del modulo elastico dell'acciaio non ha alcuna influenza sulla risposta della sezione e pertanto, dall'essere l'intradosso in zona tesa, la verifica di Spalling coincide con la verifica della Curva Isotermica a 500°C.

Dall'essere le sollecitazioni di verifica ridotte del fattore 0.7, i coefficienti di sicurezza nella verifica al fuoco delle sezioni di mezzera sono, pertanto, maggiori di quelli ottenuti allo SLU, e pertanto non vengono valutati.

WBS	TIPO	H_sez	A_tesa	N_sd	M_sd	SF
[-]	[-]					
GA02C	C2	2250	Φ30/125+Φ24/125	-482*0.7	5062*0.7	> 1.569
	C	2250	Φ24/125+Φ20/125	-962*0.7	3649*0.7	>1.639
	C1	2250	Φ26/125+Φ26/125	-387*0.7	4625*0.7	>1.569
GA02L	A1	1750	Φ26/125+Φ26/125	-784*0.7	3013*0.7	>1.479
GA02M	A	1750	Φ24/125+Φ24/125	-449*0.7	2524*0.7	>1.489
GA02N	C3	2250	Φ26/125+Φ20/250	-175*0.7	3935*0.7	>1.459
GA02O	C4	2250	Φ26/125+Φ26/125	-292*0.7	4798*0.7	>1.494