

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>VIADOTTO PANTANO – INFRASTRUTTURA STRADALE/FERROVIARIA</p> <p>OPERE CIVILI STRADALI/FERROVIARI</p> <p>VIADOTTO</p> <p>Relazione di calcolo impalcato stradale</p>	<p>PA0106_F0</p>
---	--	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	C L	D	S	V P	C I	V I	0 0	0 0	0 0	0 1	F0
--------	-------------	---	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PASSADORE	SCIUTO	COLLA

NOME DEL FILE: PA0106_F0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE	i
1 Introduzione	3
1.1 Elaborati grafici di riferimento	3
1.2 Relazioni complementari	4
2 Impalcato stradale: descrizione dell'opera	6
3 Normativa di riferimento	9
4 Caratteristiche dei materiali	10
5 Analisi dei carichi	11
5.1 Pesi propri degli elementi (g_1)	11
5.2 Pesi permanenti (g_2)	11
5.3 Sovraccarichi variabili da traffico stradale (q_1)	12
5.4 Vento (q_5)	15
5.5 Variazioni termiche (ε_1)	16
5.6 Cedimenti differenziali (ε_1)	16
5.7 Accelerazione e frenamento (q_3)	17
5.8 Centrifuga (q_4)	18
5.9 Sisma (E)	18
5.10 Combinazione delle azioni	18
6 Impalcato: effetti globali	24
6.1 Modello di calcolo	24
6.2 Verifiche	28
6.2.1 Impalcato stradale	28
6.2.1.1 Geometria impalcato	28
6.2.1.2 Metodologia di verifica	31
6.2.1.3 Tabelle riepilogative dei coefficienti d'uso	35
6.2.1.4 Verifica dei pannelli più sollecitati	47
6.2.2 Diaframma	101
6.2.3 Corsia di manutenzione ANAS	105
6.2.3.1 Modello di calcolo	105

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2.3.2	Verifica profilato a “doppio T” (SLU	106
6.2.3.3	Verifica IPE180.....	107
6.2.4	Traversi	108
6.2.4.1	Metodologia di verifica.....	108
6.2.4.2	Tabelle riepilogative dei coefficienti d’uso	110
6.2.4.3	Verifica dei pannelli più sollecitati.....	125
7	Deformazioni in esercizio.....	151
7.1	Carreggiata direzione ME.....	151
7.2	Carreggiata direzione RC.....	152
7.3	Trasversi sulle pile.....	153
8	Impalcato: effetti locali	155
8.1	Lastra ortotropa superiore	155
8.1.1	Analisi delle sollecitazioni in fase di esercizio	156
8.1.1.1	Modello di calcolo	156
8.1.1.2	Pesi propri e sovraccarichi permanenti	158
8.1.1.3	Sovraccarichi accidentali stradali e relativi incrementi dinamici.	158
8.1.1.4	Urto dei veicoli in svio sulle barriere sicurvia.....	158
8.1.1.5	Disposizione dei carichi stradali	159
8.1.1.6	Combinazioni di carico e sollecitazioni di verifica.....	167
8.2	Verifiche di resistenza degli irrigidimenti superiori	168
8.2.1	Classificazione della sezione secondo le NTC 2008.....	168
8.2.2	Risultati.....	169
8.2.3	Verifica della sezione in corrispondenza del traverso allo S.L.U.....	169
8.2.4	Verifica della sezione in mezzzeria allo S.L.U.	170
9	Verifiche a fatica	171
9.1.1	Identificazione e classificazione dei dettagli.....	172
9.1.2	Determinazione delle sollecitazioni e verifiche delle tensioni	174
9.1.3	Cassone stradale	174
9.1.4	Traversi	178
9.2	Irrigidimenti superiori della ortotropa	180
10	Escursione dei giunti	181

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1 Introduzione

La presente relazione descrive i principi di progettazione, le analisi e le verifiche svolte nel progetto degli elementi strutturali in acciaio costituenti gli impalcato stradali e i traversi del viadotto Pantano. Verranno descritte le caratteristiche delle opere oggetto della verifica, i carichi che vi sono applicati e la metodologia di verifica seguita: si riporteranno infine gli esiti numerici dei controlli compiuti. Sono state condotte verifiche di resistenza, instabilità e fatica a vita illimitata dei diversi elementi, considerando in funzione della tipologia di verifica sia lo stato limite ultimo che lo stato limite d'esercizio.

1.1 Elaborati grafici di riferimento

Tavole generali	
CG0700-P-P8-D-S-VP-CI-VI-00000001	Planimetria individuazione dell'opera
CG0700-P-P8-D-S-VP-CI-VI-00000002	Planimetria tracciamento impalcato stradale in direzione RC
CG0700-P-P8-D-S-VP-CI-VI-00000003	Planimetria tracciamento impalcato stradale in direzione ME
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000001	Pianta impalcato stradale dir. ME e dir. RC 1/3
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000002	Pianta impalcato stradale dir. ME e dir. RC 2/3
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000003	Pianta impalcato stradale dir. ME e dir. RC 3/3
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000004	Prospetti longitudinali impalcato stradale dir. ME e dir. RC 1/3
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000005	Prospetti longitudinali impalcato stradale dir. ME e dir. RC 2/3
CG0700-P-P9-D-S-VP-CI-VI-00000006	Prospetti longitudinali impalcato stradale dir. ME e dir. RC 3/3
CG0700-P-WA-D-S-VP-CI-VI-00000001	Sezioni trasversali sugli appoggi 1/3
CG0700-P-WA-D-S-VP-CI-VI-00000002	Sezioni trasversali sugli appoggi 2/3
CG0700-P-WA-D-S-VP-CI-VI-00000003	Sezioni trasversali sugli appoggi 3/3
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000027	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 1
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000028	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 2
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000029	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000030	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 4
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000031	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 5
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000032	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. ME - tavola 6
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000033	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 1
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000034	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 2
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000035	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 3
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000036	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 4
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000037	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 5
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000038	Carpenteria metallica impalcato stradale dir. RC - tavola 6
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000063	Carpenteria trasverso pila1
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000064	Carpenteria trasverso pila2
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000065	Carpenteria trasverso pila3
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000066	Carpenteria trasverso pila4
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000067	Carpenteria trasverso pila5
CG0700-P-WZ-D-S-VP-CI-VI-00000001	Sezioni trasversali impalcato stradale - 1/3
CG0700-P-WZ-D-S-VP-CI-VI-00000002	Sezioni trasversali impalcato stradale - 2/3
CG0700-P-WZ-D-S-VP-CI-VI-00000003	Sezioni trasversali impalcato stradale - 3/3
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000068	Carpenteria e sezioni corsia di servizio ANAS dir.ME e dir.RC
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000057	Schema disp. app. di appoggio, giunti e disp. antesi. tav 1/2
CG0700-P-BA-D-S-VP-CI-VI-00000058	Schema disp. app. di appoggio, giunti e disp. antesi. tav 2/2
CG0700-P-SZ-D-S-VP-CI-VI-00000001	Particolari costruttivi e finiture impalcato stradale dir.ME e RC
CG0700-P-P8-D-S-VP-CI-VI-00000001	Planimetria individuazione dell'opera

1.2 Relazioni complementari

CG0700-P-RG-D-S-VP-CI-VI-000000-01	Relazione descrittiva
CG0700-P-CL-D-S-VP-CI-VI-000000-02	Relazione di calcolo impalcato ferroviario

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

CG0700-P-CL-D-S-VP-CI-VI-000000-03	Relazione di calcolo sottostrutture
CG0700-P-RB-D-S-VP-CI-VI-000000-01	Relazione geotecnica
CG0700-P-RX-D-S-VP-CI-VI-000000-01	Relazione sismica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2 Impalcato stradale: descrizione dell'opera

L'impalcato stradale del viadotto pantano è costituito dall'allineamento di due cassoni d'acciaio che alloggiavano le due carreggiate stradali, in direzione Messina e Reggio Calabria, interconnesse e solidarizzate da cinque trasversi in acciaio aventi sezione scatolare variabile, poggianti sugli apparecchi di appoggio collocati in sommità alle cinque pile.

L'impalcato ha una lunghezza complessiva, misurata in corrispondenza dell'asse di tracciamento, pari rispettivamente a 440.56m direzione RC e pari a 456.94m direzione ME. Lo schema statico è quello di trave continua su sei campate.

Il cassone, a lastre ortotrope, la cui sezione trasversale è riportata in figura, è irrigidito longitudinalmente attraverso profili aperti a canaletta e trasversalmente da trasversi pieni posizionati con interasse pari a 3.75m.

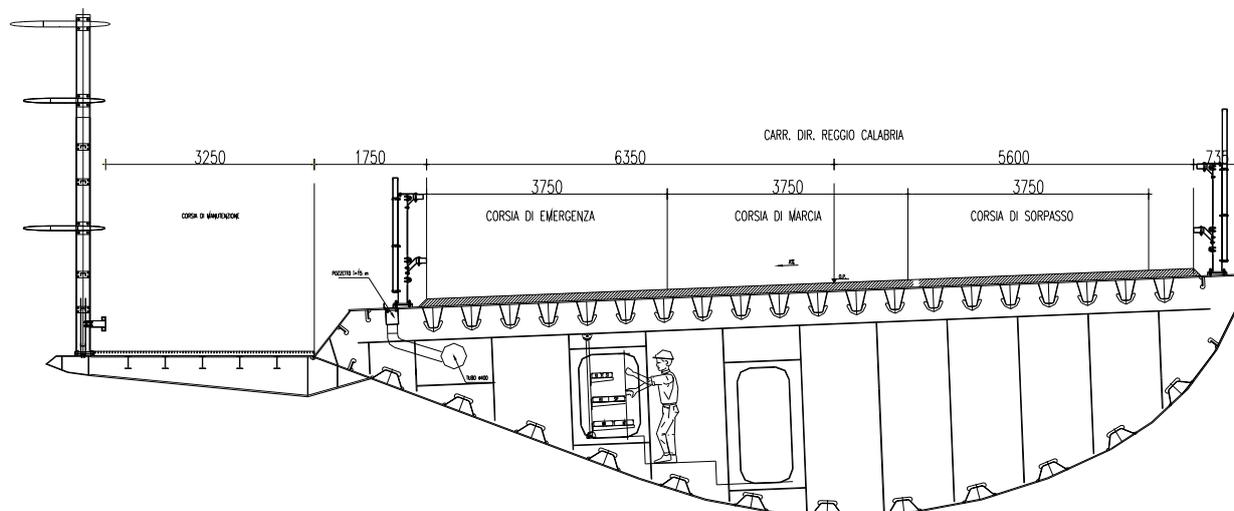


Figura 1: sezione trasversale dell'impalcato stradale

La sezione trasversale del cassone presenta una larghezza massima di 14,435 m ed altezza di 3,56 m, con una larghezza utile della sede stradale di 11,95m sulla quale sono presenti due corsie di marcia ed una corsia di emergenza.

Gli impianti e la tubazione per lo smaltimento delle acque di piattaforma, vengono posizionati all'interno del cassone. La pavimentazione stradale viene realizzata attraverso un pacchetto avente dimensione media pari a 12,0cm.

Esternamente al cassone, è presente una corsia di manutenzione ANAS, di larghezza utile pari a 3,25m, realizzata con una struttura portante principale fatta con profilati metallici sagomati,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

collegati al cassone stradale in corrispondenza dei trasversi pieni. Sono presenti poi degli elementi secondari longitudinali, su cui viene posizionato un grigliato. Sulla corsia di manutenzione viene posizionata la barriera frangivento, in continuità e con le stesse caratteristiche di quella presente sull'attraversamento.

Il trasverso di collegamento dei due impalcati in corrispondenza di ogni pila, presenta una sezione rettangolare di dimensioni variabili in altezza e in larghezza. In corrispondenza degli appoggi la sezione ha dimensioni 6.1x5.0m, e si rastrema fino ad una dimensione 4.4x2.8m nel tratto a sezione costante in corrispondenza dell'attraversamento dell'impalcato ferroviario. I pannelli del trasverso sono irrigiditi longitudinalmente con profili aperti con sezione a "T" sulle piattabande inferiore e superiore, e con piatti sulle pareti verticali.

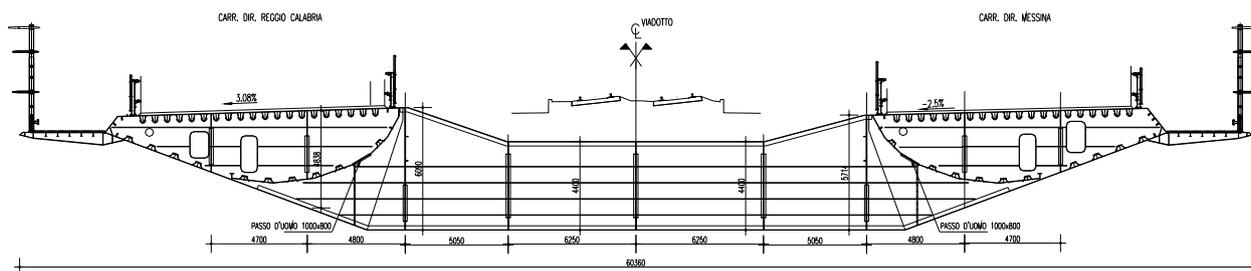


Figura 2: sezione trasverso di collegamento sulle pile

Trasversalmente sono presenti irrigidimenti a parete piena.

L'impalcato stradale viene connesso rigidamente al trasverso. La connessione avviene attraverso la prosecuzione della piattabanda inferiore del cassone stradale all'interno del trasverso, in modo da mantenere la continuità del cassone stradale.

Il sistema di vincolo di ogni trasverso alle pile prevede la presenza di due apparecchi di appoggio di tipo multidirezionale ai lati, aventi un interasse di 22.6m, ed una slitta, posizionata nella zona centrale, avente il compito di trasmettere le sole azioni trasversali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

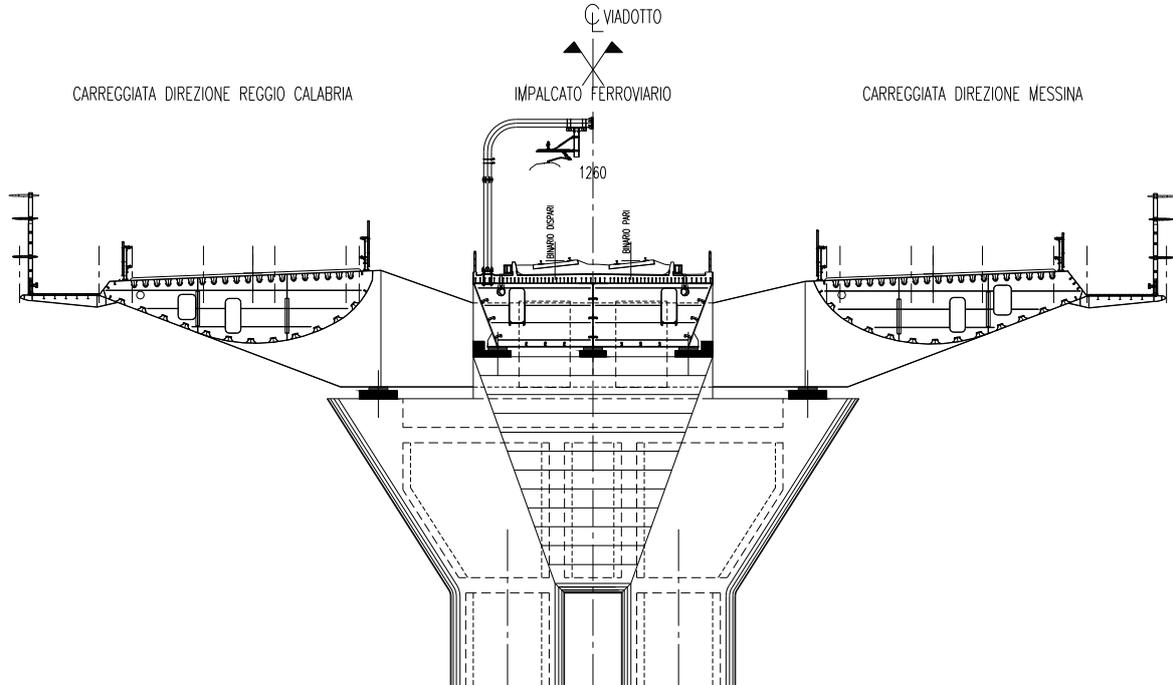


Figura 3: sezione trasversale dell'impalcato ferroviario e stradale in corrispondenza della pila

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

3 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

Decreto Ministeriale 14.01.2008	"Norme tecniche per le costruzioni" 2008 (NTC08).
Circ. Min. 02.02.2009 n. 617	Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC08)
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 1-1	Progettazione delle strutture di acciaio: Regole generali per gli edifici
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 1-5	Progettazione delle strutture di acciaio: Elementi strutturali a lastra
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 1-8	Progettazione delle strutture di acciaio: Progettazione dei collegamenti
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 1-9	Progettazione delle strutture di acciaio: Fatica
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 1-10	Progettazione delle strutture di acciaio: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
EN 1993 - Eurocodice 3: Parte 2	Ponti di acciaio
EN 1998 - Eurocodice 8	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A	Istruzione per la progettazione dei ponti ferroviari
Rete Ferroviaria Italia - Istruzione N. 44 F	"Verifiche a fatica dei ponti ferroviari"
Rete Ferroviaria Italia - Istruzione N. 44 B	"Istruzioni per la progettazione dei manufatti sotto binario da costruire in zona sismica"

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 Caratteristiche dei materiali

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO (elementi saldati $s \leq 40$ mm)

S 355J2G3 (ex 510 D) UNI EN 10025			
$f_{yk} =$	355	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_u =$	510	MPa	tensione caratteristica a rottura
$\gamma_M =$	1.05	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	338	MPa	resistenza di progetto
$E_s =$	210000	MPa	modulo elastico
$\epsilon_{uk} =$	21	%	Allungamento minimo

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO (elementi saldati $s > 40$ mm)

S 355K2G3 (ex 510 DD) UNI EN 10025			
$f_{yk} =$	335	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_u =$	470	MPa	tensione caratteristica a rottura
$\gamma_M =$	1.05	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	319	MPa	resistenza di progetto
$E_s =$	210000	MPa	modulo elastico
$\epsilon_{uk} =$	21	%	Allungamento minimo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

5 Analisi dei carichi

I carichi agenti sul viadotto, inseriti nel modello di calcolo per il dimensionamento degli elementi dell'impalcato stradale e dei trasversi di collegamento, sono di seguito elencati:

- Pesì propri degli elementi (g_1)
- Pesì permanenti (g_2)
- Sovraccarichi variabili da traffico stradale (q_1)
- Accelerazione e frenamento (q_3)
- Centrifuga (q_4)
- Vento (q_5)
- Variazioni termiche (ε_1)
- Cedimenti differenziali (ε_2)
- Sisma (E)

5.1 Pesì propri degli elementi (g_1)

Il peso proprio degli elementi strutturali è computato considerando per l'acciaio un peso specifico pari a $\gamma_s=78.5 \text{ kN/m}^3$. Nel modello tale azione viene valutata automaticamente dal programma di calcolo in base all'area assegnata ai rispettivi elementi. A tale azione si è applicato un coefficiente moltiplicativo $\alpha=1.4$, per tenere in conto dell'incremento del peso dovuto agli elementi non direttamente modellati quali trasversi, irrigidimenti longitudinali, piastrame, etc..

5.2 Pesì permanenti (g_2)

I pesì permanenti considerati sono:

- Pavimentazione ($H=12 \text{ cm}$)= $0.12 \times 22 \times 11.95 = 31.55 \text{ kN/m}$
- Impianti (tubo smaltimento acqua+impianti elettrici)= 1 kN/m
- Barriere stradali (Guard-Rails+parapetti) = $2 \times 2.35 = 4.7 \text{ kN/m}$
- Barriera frangivento = 3.6 kN/m
- Corsia di manutenzione ANAS = 7.7 kN/m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tali carichi vengono inseriti nel modello di calcolo secondo quanto indicato nella tabella seguente:

distanza asse da limite sx 11.33 m

Carichi permanenti	y' (m)	Yp	p (KN/m)	m (KNm/m)	
carico p con asse da sinistra a m:	4.98	6.35	2.35	14.9	sicurvia sinistro
carico p con asse da sinistra a m:	17.67	-6.35	2.35	-14.9	sicurvia destro
carico p con asse da sinistra a m:	0.00	11.33	3.60	40.8	barriera frangivento
carico p con asse da sinistra a m:	6.85	4.48	1.00	4.5	impianti
carico p con asse da sinistra a m:	1.55	9.78	7.70	75.3	corsia di manutenzione ANAS
carico p con asse da sinistra a m:	11.33	0.00	31.55	0.0	pavimentazione

Tabella 1: Carichi permanenti portati

5.3 Sovraccarichi variabili da traffico stradale (q_1)

I sovraccarichi da traffico stradale definiti dalla normativa vigente (NTC 2008) per le analisi globali sono composti dallo Schema di carico 1.

Tale schema prevede la suddivisione della carreggiata in corsie convenzionali di traffico di larghezza pari a 3.0 m, quindi, poiché la carreggiata autostradale presenta una larghezza complessiva del bitumato di 11.95 m, è possibile definire tre corsie convenzionali.

Tali corsie possono essere caricate con uno dei seguenti veicoli:

Corsia 1:

- Due assi concentrati da 300 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente. Ogni asse è composto da due impronte poste a distanza di 2.0 m trasversalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 9 kN/m².

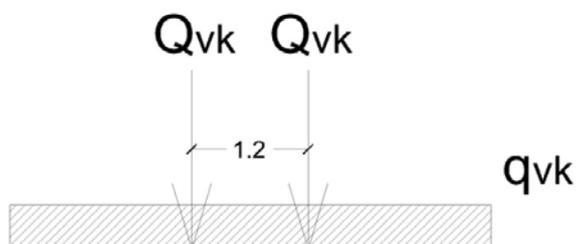
Corsia 2:

- Due assi concentrati da 200 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente. Ogni asse è composto da due impronte poste a distanza di 2.0 m trasversalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 2.5 kN/m².

Corsia 3:

- Due assi concentrati da 100 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente. Ogni asse è composto da due impronte poste a distanza di 2.0 m trasversalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 2.5 kN/m².

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Posizione	Qvk (kN)	Qvk (kN/m ²)
Corsia 1	300	9
Corsia 2	200	2.5
Corsia 3	100	2.5
Corsia rim.	-	2.5

Figura 4: schema dei veicoli di carico Schema 1.

La zona rimanente è caricata con un carico uniformemente distribuito di 2.5 kN/m².

Tali valori includono l'incremento dovuto agli effetti dinamici.

Su ogni viadotto è inoltre presente una corsia di manutenzione ANAS a sbalzo del tipo di quella prevista sull'opera di attraversamento. L'intensità del carico qui presente viene assunto, coerentemente con quanto indicato per il Ponte sullo Stretto di Messina, pari a $q_{ANAS} = 5 \text{ kN/m}$.

Tale azione verrà presa in considerazione a pieno per il dimensionamento delle strutture della corsia di manutenzione stessa, e per le verifiche locali dell'impalcato stradale.

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti globali, tale carico uniformemente distribuito, viene associato ai "carichi su marciapiedi e piste ciclabili" (vedi tab. 5.1.IV) assimilabile a carico da folla. Per tale ragione nel calcolo dei carichi da traffico stradali questa viene composta, nel gruppo di azione stradale 1, con un valore di 2.5 kN/m² (vedi tab. 5.1.IV) con gli altri carichi variabili.

I modelli di carico descritti vengono implementati nel programma di analisi strutturale agli elementi finiti Sap2000®; il quale, tramite l'utility *Moving Load Case*, permette di costruire le linee di influenza relative alle distinte sollecitazioni per ciascun punto della struttura (inteso come ciascuna delle stazioni di output definite nell'ambito della descrizione del modello di calcolo) procedendo automaticamente nell'individuazione delle disposizioni longitudinali del carico mobile. Si segnala che il codice di calcolo non considera le disposizioni di carico che non forniscono un contributo massimizzante alla sollecitazione di verifica.

La corretta implementazione del modello di calcolo richiede la definizione di una linea di carico per ciascuna delle colonne precedentemente definite; nell'ambito del modello di calcolo approntato, ove il cassone torsiorigido che costituisce l'impalcato è schematizzato con elementi di tipo frame posti in asse, al fine di massimizzare le sollecitazioni flessionali e torsionali, si definiscono le 12 linee di carico di cui alla tabella seguente:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Linea di carico	Impalcato stradale	Eccentricità rispetto asse singolo cassone [m]
STR_INT_1	Interno (dir. RC)	-4.50
STR_INT_2	Interno (dir. RC)	-1.50
STR_INT_3	Interno (dir. RC)	1.50
STR_INT_4	Interno (dir. RC)	4.50
STR_EXT_1	Esterno (dir. ME)	-4.50
STR_EXT_2	Esterno (dir. ME)	-1.50
STR_EXT_3	Esterno (dir. ME)	1.50
STR_EXT_4	Esterno (dir. ME)	4.50
ANAS_INT	Interno (dir. RC)	8.00
ANAS_EXT	Esterno (dir. ME)	-8.00
CENTRO_INT	Interno (dir. RC)	0.00
CENTRO_EXT	Esterno (dir. ME)	0.00

Tabella 2: Linee di carico

La linea di carico denominata CENTRO_INT o CENTRO_EXT, carica la carreggiata opposta a quella in cui sono state inseriti i modelli delle corsie precedentemente definite, con un carico uniformemente distribuito di 2.5 kN/m² su tutta la larghezza della carreggiata stessa.

Le condizioni relative al traffico stradale analizzate sono elencate nella tabella seguente; tali condizioni permettono di valutare anche le condizioni più gravose nei confronti della sollecitazione momento torcente, attivando una funzione del programma di calcolo che permette di disattivare automaticamente le stese di carico esterne che darebbero un contributo di segno opposto alla torsione nell'impalcato o nel trasverso di collegamento.

Condizione	Linee di carico interessate
Mobili_1	STR_INT_1/2/3/4; ANAS_INT; CENTRO_INT
Mobili_2	STR_EXT_1/2/3/4; ANAS_EXT; CENTRO_EXT

Tabella 3: Condizioni di carico mobili.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

5.4 Vento (q_5)

L'azione del vento è stata valutata in base alle relazioni fornite dalla normativa, la quale, fornisce il valore di una pressione orizzontale uniforme il cui valore si calcola come:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove:

$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$	pressione cinematica di riferimento
$v_{b,0} = v_{b,0} \alpha_R = 29.10 \text{ m/s}$	velocità di riferimento (Zona 4)
$\alpha_R = 1.04$	coefficiente funzione del periodo di ritorno T_R (100 anni)
$q_b = 529.2 \text{ Pa}$	pressione cinematica di riferimento di calcolo

vento impalcato

Imponendo $a_s = 50 \text{ m}$ pari all'altezza media della struttura in corrispondenza della quota di progetto si ottiene:

$c_e = 3.82$	coefficiente di esposizione (Cat. 1)
$c_p = 1$	coefficiente di forma
$c_d = 1$	coefficiente dinamico

risulta quindi:

$$p = 2020 \text{ kPa}$$

Nel modello di carico si considera un vento di intensità pari a:

$$q_5 = 2.05 \text{ kN/m}^2$$

vento pulvino

Imponendo $a_s = 38.4 \text{ m}$ pari all'altezza media dei pulvini in corrispondenza delle rispettive mezzerie si ottiene:

$c_e = 3.638$	coefficiente di esposizione (Cat. 1)
$c_p = 1$	coefficiente di forma
$c_d = 1$	coefficiente dinamico

risulta quindi:

$$p = 1930 \text{ kPa}$$

Nel modello di carico si considera un vento di intensità pari a:

$$q_5 = 1.95 \text{ kN/m}^2$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

vento pila

Imponendo $a_s=16.5$ m pari all'altezza media dei pulvini in corrispondenza delle rispettive mezzerie si ottiene:

$c_e = 3.085$	coefficiente di esposizione (Cat. 1)
$c_p = 1$	coefficiente di forma
$c_d = 1$	coefficiente dinamico

risulta quindi:

$$\rho = 1630 \text{ kPa}$$

Nel modello di carico si considera un vento di intensità pari a:

$$q_5 = 1.65 \text{ kN/m}^2$$

5.5 Variazioni termiche (ϵ_1)

Le valutazioni delle sollecitazioni e delle deformazioni indotte dalle azioni termiche vengono studiate tramite l'applicazione di due carichi termici: una variazione termica uniforme e una variazioni termica differenziale, con andamento lineare sull'altezza fra l'estradosso e l'intradosso dell'impalcato. Nei due casi si applicheranno i seguenti delta di temperatura:

$\Delta T_{vol} = \pm 25^\circ$	ΔT uniforme
$\Delta T_{diff} = \pm 15^\circ$	ΔT differenziale

5.6 Cedimenti differenziali (ϵ_1)

In relazione alle prescrizioni presenti nelle istruzioni per la progettazione dei viadotti ferroviari si applica su ogni pila e sulla spalla un cedimento pari a:

i-esima Pila:	$d_i = (L_{i-1} + L_i) / 2 \times 1/5000$
i-esima Spalla:	$d_i = L_i / 2 \times 1/5000$

ottenendo i valori tabellati di seguito.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Pila/ Spalla	δ (1/5000 L) [m]
SP	-0.0078
Pila 1	-0.0157
Pila 2	-0.0157
Pila 3	-0.0157
Pila 4	-0.0157
Pila 5	-0.0157

Tabella 4: valori del cedimento imposto sulle pile e sulla spalla

Al fine di massimizzare gli effetti in termini di sollecitazioni su impalcato e sottostrutture, dei cedimenti vincolari si distinguono 2 combinazioni di carico che abbinano le condizioni di carico elementari (cedimento della singola sottostruttura) in modo da individuare gli involucri delle sollecitazioni di progetto connesse al fenomeno del cedimento. Si segnala che le massime sollecitazioni si verificano accoppiando gli effetti dei cedimenti su sottostrutture mutuamente non adiacenti.

- *Cedimenti1*= cedimenti applicati alla spalla SP1 ed alle pile P2, e P4;
- *Cedimenti2*= cedimenti applicati alle pile P1, P3 e P5.

5.7 Accelerazione e frenamento (q_3)

L'azione longitudinale di accelerazione o di frenamento agisce parallelamente all'asse impalcato, alla quota del piano di rotolamento. Tale azione viene assorbita dagli appoggi di tipo fisso longitudinalmente posti sulla spalla. L'azione si ricava dalla relazione

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6(2Q_{1k}) + 0.10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

dove:

$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$	forza concentrata asse Corsia 1
$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}$	forza distribuita Corsia 1
$w_1 = 3 \text{ m}$	larghezza prima corsia convenzionale
$L = 440.55 \text{ m}$	lunghezza complessiva impalcato

si ottiene quindi

$$q_3 = 1549.5 > 900 \text{ kN}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Nel modello di carico si applica una forza uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata pari a:

$$q_3 = 900/440.55 \approx 2.05 \text{ kN/m (impalcato interno);}$$

$$q_3 = 900/456.90 \approx 1.97 \text{ kN/m (impalcato esterno).}$$

5.8 Centrifuga (q_4)

L'azione della forza centrifuga consiste in un'azione orizzontale trasversale perpendicolare all'asse dell'impalcato agente alla quota del piano stradale. Il valore di tale forza dipende dal valore del raggio di curvatura dell'asse di tracciamento. Si ha

$$Q_4 = 40 \cdot Q_v / R$$

$$R = 850 \text{ m} \quad \text{raggio di curvatura minimo}$$

$$Q_v = \sum_i 2 \cdot Q_{ik} = 2 \cdot 600 = 1200 \text{ kN} \quad \text{forza verticale complessiva per la carreggiata}$$

quindi

$$Q_4 = 56.5 \text{ kN} \quad \text{forza concentrata per centrifuga}$$

5.9 Sisma (E)

L'azione del sisma è valutata come riportato nell'elaborato CG0700-P-RX-D-S-VP-CI-VI-000000-01_A "Relazione sismica" al quale si rimanda per tutti i dettagli.

5.10 Combinazione delle azioni

Le azioni descritte sono state combinate fra loro per determinare le massime sollecitazioni agenti sulle varie parti del viadotto con riferimento ai vari stati limite imposti dalla normativa. Le combinazioni di carico adottate sono riportate nella seguente tabella; per ogni combinazione si indica, per ciascun carico, un unico coefficiente derivante dal prodotto tra il coefficiente parziale per l'azione γ e l'eventuale coefficiente di combinazione ψ .

Per le combinazioni relative agli SLE frequenti, si è messo un coefficiente relativo ai carichi accidentali pari a 1, in quanto, tale combinazione prevede l'utilizzo di due coefficienti distinti rispettivamente per i carichi concentrati e per quelli uniformemente ripartiti, i quali sono stati inseriti direttamente nelle azioni agenti nel modello di carico. Per questo carico quindi le sollecitazioni uscenti sono già relative al corretto coefficiente previsto dalla normativa pari a 0.75 per i carichi concentrati e 0.4 per quelli uniformemente ripartiti.

SL	SLU																
	n° combinazione	dead	permanenti	Traffico gr1 (valori caratteristici) max M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) min M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) max V3	Traffico gr1 (valori caratteristici) max T	Traffico gr1 (valori frequenti) max M2	Traffico gr1 (valori frequenti) min M2	Traffico gr1 (valori frequenti) max V3	Traffico gr1 (valori frequenti) max T	vento	termica differenziale	cedimenti 1	cedimenti 2	SISMA TRASVERSALE	SISMA VERTICALE
1	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0.72	0	0	0
2	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0	0.72	0	0
3	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0.72	0	0	0
4	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0	0.72	0	0
5	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0.72	0	0	0
6	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0	0.72	0	0
7	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0.72	0	0	0
8	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	0.72	0	0.72	0	0
9	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0.72	0	0	0
10	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0	0.72	0	0
11	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0.72	0	0	0
12	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0	0.72	0	0
13	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0.72	0	0	0
14	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0	0.72	0	0
15	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0.72	0	0	0
16	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	-0.9	0.72	0	0.72	0	0
17	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0.72	0	0	0
18	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0	0.72	0	0
19	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0.72	0	0	0
20	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0	0.72	0	0
21	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0.72	0	0	0
22	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0	0.72	0	0
23	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0.72	0	0	0
24	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	-0.72	0	0.72	0	0
25	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0.72	0	0	0
26	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0	0.72	0	0
27	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0.72	0	0	0
28	1.35	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0	0.72	0	0
29	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0.72	0	0	0
30	1.35	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0	0.72	0	0
31	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0.72	0	0	0

SL	n° combinazione	dead	permanenti	Traffico gr1 (valori caratteristici) max M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) min M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) max V3	Traffico gr1 (valori caratteristici) max T	Traffico gr1 (valori frequenti) max M2	Traffico gr1 (valori frequenti) min M2	Traffico gr1 (valori frequenti) max V3	Traffico gr1 (valori frequenti) max T	vento	termica differenziale	cedimenti 1	cedimenti 2	SISMA TRASVERSALE	SISMA VERTICALE	
	32	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0	0	0	0	-0.9	-0.72	0	0.72	0	0	
SLE Combinazione RARA	33	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0	0	0	
	34	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0.6	0	0	
	35	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0	0	0	
	36	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0.6	0	0	
	37	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0	0	0	
	38	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	39	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
	40	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	41	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
	42	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	43	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
	44	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	45	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
	46	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	47	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
	48	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.6	0.6	0	0.6	0	0	0
	49	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0
	50	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0	0.6	0	0	0
	51	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0
	52	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0	0.6	0	0	0
53	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0	
54	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.6	-0.6	0	0.6	0	0	0	
55	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0	
56	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0.6	-0.6	0	0.6	0	0	0	
57	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0	
58	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0	0.6	0	0	0	
59	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0	0	0	0	

SL	n° combinazione	dead	permanenti	Traffico gr1 (valori caratteristici) max M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) min M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) max V3	Traffico gr1 (valori caratteristici) max T	Traffico gr1 (valori frequenti) max M2	Traffico gr1 (valori frequenti) min M2	Traffico gr1 (valori frequenti) max V3	Traffico gr1 (valori frequenti) max T	vento	termica differenziale	cedimenti 1	cedimenti 2	SISMA TRASVERSALE	SISMA VERTICALE
	60	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0	0.6	0	0
	61	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0	0	0
	62	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0	0.6	0	0
	63	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0	0	0
	64	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.6	-0.6	0	0.6	0	0
SLE Combinazione FREQUENTE	65	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	66	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	67	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	68	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	69	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	70	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	71	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0	0	0
	72	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0	0.5	0	0
	73	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	74	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	75	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	76	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	77	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0	0	0
	78	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0	0.5	0	0
	79	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0	0	0
	80	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0	0.5	0	0
	81	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	82	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
	83	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	84	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
85	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.5	0.5	0	0	0	
86	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.5	0	0.5	0	0	
87	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0.5	0.5	0	0	0	
88	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0.5	0	0.5	0	0	
89	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	0	

SL	n° combinazione	dead	permanenti	Traffico gr1 (valori caratteristici) max M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) min M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) max V3	Traffico gr1 (valori caratteristici) max T	Traffico gr1 (valori frequenti) max M2	Traffico gr1 (valori frequenti) min M2	Traffico gr1 (valori frequenti) max V3	Traffico gr1 (valori frequenti) max T	vento	termica differenziale	cedimenti 1	cedimenti 2	SISMA TRASVERSALE	SISMA VERTICALE
SL	90	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
	91	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	92	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
	93	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	94	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
	95	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.5	0.5	0	0	0
	96	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.5	0	0.5	0
SLE Comb. Q. PERMAN.	97	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	98	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	99	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
	101	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
	102	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
	103	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	0
	104	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	0
SLV Combinazione SISMICA	105	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	1	0
	106	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0
	107	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	1	0
	108	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	1	0
	109	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	1	0
	110	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0
	111	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	1	0
	112	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	1	0
	113	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	-1	0
	114	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	-1	0
	115	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	-1	0
	116	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	-1	0
	117	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	-1	0
	118	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	-1	0
	119	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	-1	0
	120	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	-1	0

SL	n° combinazione	dead	permanenti	Traffico gr1 (valori caratteristici) max M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) min M2	Traffico gr1 (valori caratteristici) max V3	Traffico gr1 (valori caratteristici) max T	Traffico gr1 (valori frequenti) max M2	Traffico gr1 (valori frequenti) min M2	Traffico gr1 (valori frequenti) max V3	Traffico gr1 (valori frequenti) max T	vento	termica differenziale	cedimenti 1	cedimenti 2	SISMA TRASVERSALE	SISMA VERTICALE
121	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	1
122	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	1
123	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	1
124	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	1
125	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	1
126	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	1
127	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	1
128	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	1
129	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	-1
130	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	-1
131	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	-1
132	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	-1
133	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	-1
134	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	-1
135	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5	0	0	-1
136	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0.5	0	-1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6 Impalcato: effetti globali

6.1 Modello di calcolo

Per la valutazione delle sollecitazioni sui cassoni stradali, nonché sui traversi principali di collegamento posti in testa pile, è stato implementato un modello agli elementi finiti attraverso il software SAP2000® v.14.

Il modello è rappresentativo dell'intero viadotto, comprende quindi anche l'impalcato ferroviario e le sottostrutture, che sono analizzate in relazioni separate. L'origine è posta sul baricentro geometrico della carreggiata del cassone interno (direzione Calabria) in corrispondenza della spalla.

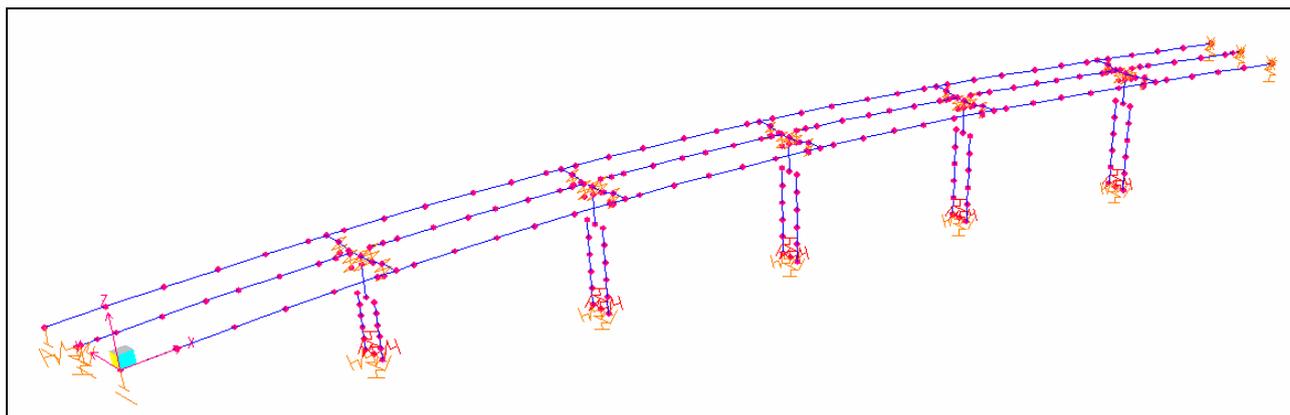


Figura 5: rappresentazione assometrica del modello di calcolo del viadotto.

Il modello è costituito da:

- numeri di nodi: 270
- numero di aste: 225
- numero di links: 25

Se ne descrivono le caratteristiche in relazione agli elementi la cui verifica è oggetto della presente relazione.

Gli impalcati stradali sono modellati mediante l'uso di elementi *frame*, posizionati lungo la linea ideale che unisce i baricentri delle aree dei cassoni, a cui sono assegnate le caratteristiche geometriche e inerziali relative alle varie tipologie di conci adottati lungo lo sviluppo del tracciato.

Il peso proprio e la massa della sovrastruttura viene calcolato in automatico dal programma a partire dalle caratteristiche delle sezioni; per le quali, al fine di valutare correttamente le masse e i

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

pesi degli elementi, sono stati applicati dei coefficienti amplificativi che tenessero conto della presenza di parti strutturali (es. traversi, irrigidimenti, incidenza peso bulloni, etc.) non presenti nel modello (§ 5.1).

Gli elementi costituenti i cassoni stradali sono rigidamente connessi agli elementi *frame* che rappresentano i traversi principali. Tali elementi sono posti in sommità di ognuna delle cinque pile, lungo la linea baricentrica dello scatolare metallico, vincolati ai nodi del pulvino attraverso elementi di tipo *link* aventi le caratteristiche di vincolo proprie degli apparecchi d'appoggio adottati.

La corsia di manutenzione ANAS viene considerata nel modello di calcolo generale per la valutazione degli effetti globali attraverso l'applicazione di carichi verticali e torcenti sugli elementi costituenti l'impalcato stradale. Per il suo dimensionamento verrà utilizzato un modello semplificato locale descritto nel paragrafo. §6.2.3

Una serie di *link* cinematici garantisce il collegamento rispettivamente fra la testa delle pile e il trasverso di collegamento, e tra l'impalcato e la spalla lato Messina e la struttura terminale, nel rispetto delle effettive caratteristiche degli apparecchi di appoggio adottati.

Nel dettaglio i *link* cinematici utilizzati sono così definiti:

- Vincoli esterni - i gradi di libertà impediti ai nodi terminali dell'impalcato ed in corrispondenza dello spiccatto pile sono i seguenti:
 - Spalla: traslazioni X, Y, Z e rotazioni Rx
 - Struttura terminale: traslazioni Y, Z e rotazioni Rx;
 - Spiccatto pile: link esterni= traslazioni Z; link interno= traslazioni Y

I vincoli alla base delle pile sono stati modellati attraverso molle traslazionali e rotazionali con valori delle rigidezze individuati e riportati nella "Relazione geotecnica elab. CG0700PRBDSVPCIVI00000001", sia per le analisi statiche che per le analisi dinamiche.

Anche in corrispondenza della struttura terminale, che costituisce la struttura di appoggio per il viadotto Pantano, viene inserita, per ogni impalcato, una molla come vincolo lungo la direzione verticale, avente una rigidezza pari rispettivamente a $k_z=364166$ KN/m per l'impalcato interno e $k_z=352858$ KN/m per l'impalcato esterno, necessaria a riprodurre il reale comportamento dello sbalzo dell' impalcato della struttura terminale stessa.

Tutti gli elementi *frame* degli impalcati hanno l'asse 1 orientato parallelamente all'asse viadotto e diretto dalla spalla verso la struttura terminale, l'asse 3 orientato verso l'interno curva e l'asse 2 verso l'alto.

I traversi hanno l'asse 1 parallelo all'asse del trasverso diretto dal cassone stradale esterno verso quello interno, l'asse 3 verso terra e l'asse 2 verso l'alto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

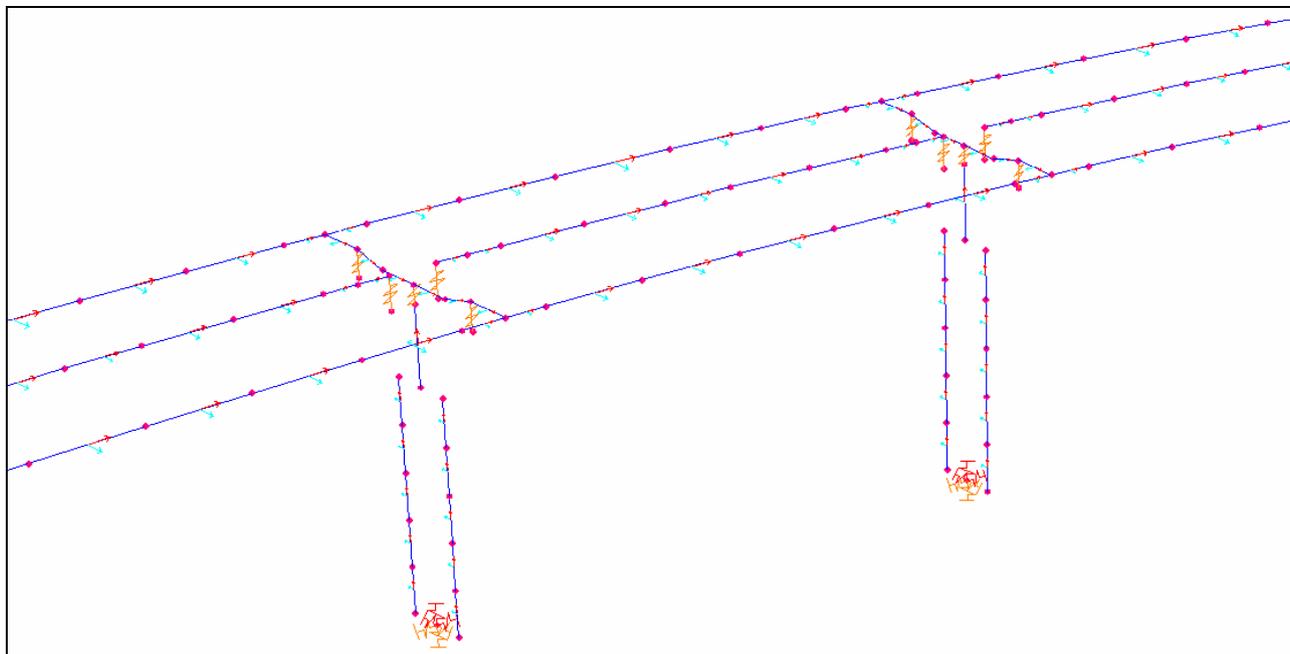


Figura 6: dettaglio assi locali elementi *frame*.

Gli elementi *frame* costituenti gli impalcati stradali sono stati denominati con un numero crescente dalla spalla verso la struttura terminale pari rispettivamente a:

- Impalcato esterno direzione ME: da 1000 a 1038;
- Impalcato interno direzione RC: da 2000 a 2038;

gli elementi *frame* dei trasversi di collegamento sulle pile riportano invece la seguente numerazione (crescente da impalcato interno verso impalcato esterno):

- Trasverso su pila 1: da 10 a 15;
- Trasverso su pila 2: da 20 a 25;
- Trasverso su pila 3: da 30 a 35;
- Trasverso su pila 4: da 40 a 45;
- Trasverso su pila 5: da 50 a 55;

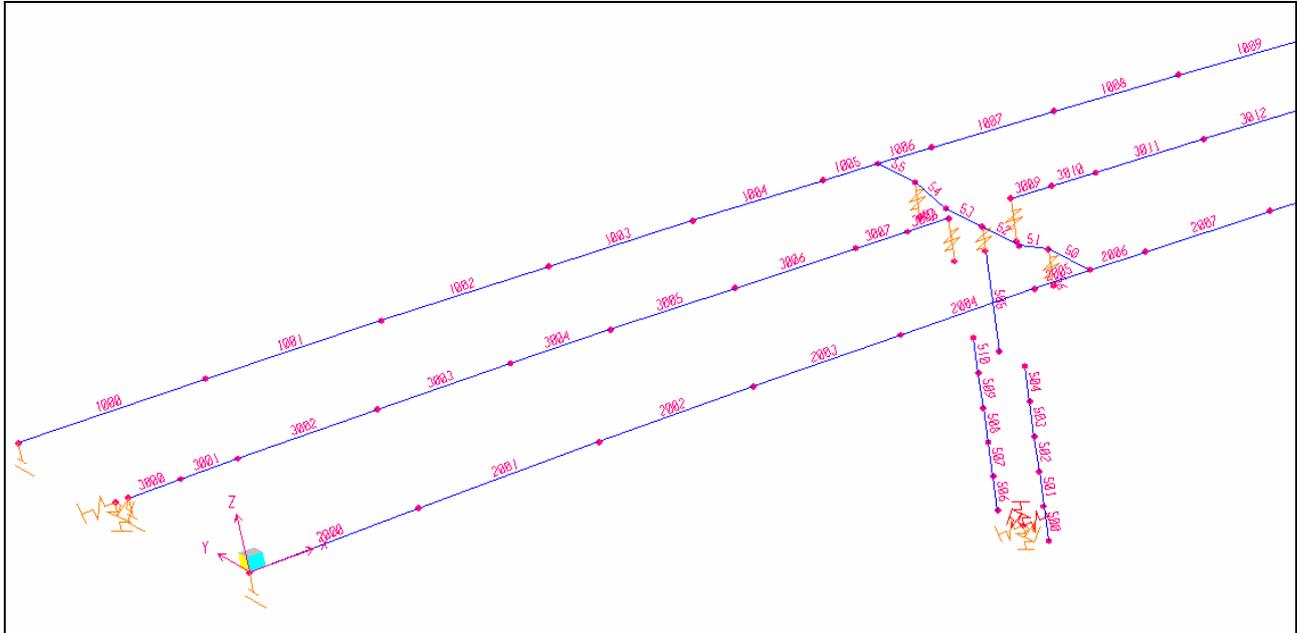


Figura 7: dettaglio assi locali elementi frame.

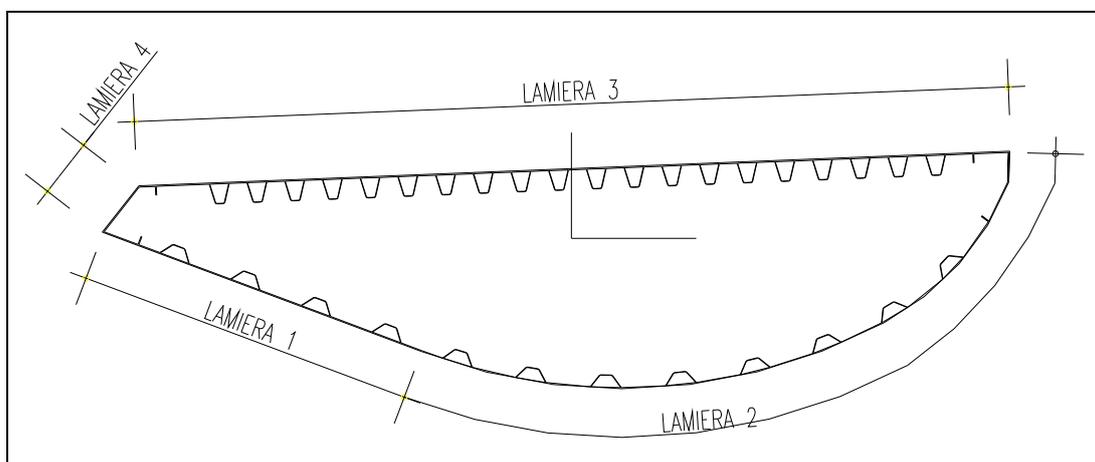
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2 Verifiche

6.2.1 Impalcato stradale

6.2.1.1 Geometria impalcato

Si riportano nel seguito le caratteristiche geometriche e la disposizione dei conci utilizzati per la realizzazione del cassone stradale, lungo l'intero sviluppo dell'impalcato.



caratteristiche conci cassone stradale

Concio		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Altezza	h_{max} [m]	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55
Spessori lamiere	L1 [mm]	16	18	30	20	16	16
	L2 [mm]	16	18	30	20	16	16
	L3 [mm]	18	18	25	20	20	16
	L4 [mm]	16	16	20	16	16	16
Baricentro verticale	y [m]	2.365	2.310	2.187	2.304	2.408	2.365
Area	A [m ²]	0.702	0.733	1.029	0.797	0.730	0.674
Costante torsionale	Jt [m ⁴]	2.865	3.052	4.598	3.374	2.984	2.727
Momento di inerzia verticale	J3 [m ⁴]	1.235	1.314	1.888	1.429	1.269	1.198
Momento di inerzia orizzontale	J2 [m ⁴]	12.500	13.060	18.630	14.270	12.940	12.060
Area taglio verticale	A2 [m ²]	0.214	0.235	0.373	0.256	0.214	0.215
Area taglio orizzontale	A3 [m ²]	0.432	0.458	0.701	0.508	0.455	0.409

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Impalcato direzione ME

Elem Mod	Sezione iniz	Sezione fin	Lunghezza	Ascissa iniz	Ascissa fin	
1038	C6	C6	14.356	0.000	14.356	Str. Ter.
1037	C6	C6	15.000	14.356	29.356	
1036	C6	C6	13.500	29.356	42.856	
1035	C2	C2	12.750	42.856	55.606	
1034	C3	C3	5.500	55.606	61.106	
1033	C3	C3	5.500	61.106	73.856	P1
1032	C4	C4	12.750	73.856	88.856	
1031	C1	C1	15.000	88.856	101.942	
1030	C5	C5	13.086	101.942	116.942	
1029	C1	C1	15.000	116.942	129.692	
1028	C4	C4	12.750	129.692	135.192	
1027	C3	C3	5.500	135.192	147.942	
1026	C3	C3	5.500	147.942	162.942	P2
1025	C4	C4	12.750	162.942	176.460	
1024	C1	C1	15.000	176.460	191.460	
1023	C5	C5	13.518	191.460	204.210	
1022	C1	C1	15.000	204.210	209.710	
1021	C4	C4	12.750	209.710	222.460	
1020	C3	C3	5.500	215.210	237.460	
1019	C3	C3	5.500	227.960	250.980	P3
1018	C4	C4	12.750	242.960	265.980	
1017	C1	C1	15.000	256.480	278.730	
1016	C5	C5	13.520	271.480	284.230	
1015	C1	C1	15.000	284.230	289.730	
1014	C4	C4	12.750	289.730	302.480	
1013	C3	C3	5.500	295.230	317.480	
1012	C3	C3	5.500	307.980	331.000	P4
1011	C4	C4	12.750	322.980	346.000	
1010	C1	C1	15.000	336.500	358.750	
1009	C5	C5	13.520	351.500	364.250	
1008	C1	C1	15.000	364.250	369.750	
1007	C4	C4	12.750	369.750	382.500	
1006	C3	C3	5.500	375.250	397.500	
1005	C3	C3	5.500	388.000	412.500	P5
1004	C4	C4	12.750	403.000	427.500	
1003	C1	C1	15.000	418.000	441.681	
1002	C1	C1	15.000	433.000	441.681	
1001	C1	C1	15.000	447.181	441.681	
1000	C1	C1	14.181	447.181	441.681	SP

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Impalcato direzione RC

Elem Mod	Sezione iniz	Sezione fin	Lunghezza	Ascissa iniz	Ascissa fin	
2038	C6	C6	13.895	0.000	13.895	Str. Ter.
2037	C6	C6	15.000	13.895	28.895	
2036	C6	C6	13.500	28.895	42.395	
2035	C2	C2	12.750	42.395	55.145	
2034	C3	C3	5.500	55.145	60.645	P1
2033	C3	C3	5.500	60.645	73.395	
2032	C4	C4	12.750	73.395	86.895	
2031	C1	C1	13.500	86.895	100.555	
2030	C5	C5	13.660	100.555	114.055	
2029	C1	C1	13.500	114.055	126.805	
2028	C4	C4	12.750	126.805	132.305	
2027	C3	C3	5.500	132.305	145.055	P2
2026	C3	C3	5.500	145.055	158.555	
2025	C4	C4	12.750	158.555	171.669	
2024	C1	C1	13.500	171.669	185.169	
2023	C5	C5	13.114	185.169	197.919	
2022	C1	C1	13.500	197.919	203.419	
2021	C4	C4	12.750	203.419	216.169	
2020	C3	C3	5.500	208.919	229.669	P3
2019	C3	C3	5.500	221.669	242.783	
2018	C4	C4	12.750	235.169	256.283	
2017	C1	C1	13.500	248.283	269.033	
2016	C5	C5	13.114	261.783	274.533	
2015	C1	C1	13.500	274.533	280.033	
2014	C4	C4	12.750	280.033	292.783	
2013	C3	C3	5.500	285.533	306.283	P4
2012	C3	C3	5.500	298.283	319.397	
2011	C4	C4	12.750	311.783	332.897	
2010	C1	C1	13.500	324.897	345.647	
2009	C5	C5	13.114	338.397	351.147	
2008	C1	C1	13.500	351.147	356.647	
2007	C4	C4	12.750	356.647	369.397	
2006	C3	C3	5.500	362.147	382.897	P5
2005	C3	C3	5.500	374.897	397.897	
2004	C4	C4	12.750	388.397	412.897	
2003	C1	C1	13.500	403.397	425.298	
2002	C1	C1	15.000	418.397	425.298	
2001	C1	C1	15.000	430.798	425.298	
2000	C1	C1	12.401	430.798	425.298	SP

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2.1.2 Metodologia di verifica

Conformemente alle prescrizioni normative in materia di costruzioni in acciaio vengono eseguite le verifiche di resistenza e stabilità delle membrature, condotte col metodo semiprobabilistico agli stati limite, tenendo conto delle sollecitazioni indotte dai carichi precedentemente descritti, combinate come riportato nelle tabelle di combinazione inserite nel § 5.10.

Nei paragrafi successivi è stata adottata la seguente convenzione sui segni delle sollecitazioni e delle tensioni:

- N>0 sforzo normale di trazione;
- M>0 momento flettente che tende le fibre inferiori;
- σ>0 tensioni normali di trazione.

I pannelli costituenti le sezioni dei cassoni vanno verificati nei confronti dell'instabilità per taglio e compressione, secondo quanto indicato nei paragrafi C4.2.4.1.3.4.1 e C4.2.4.1.3.4.2 della Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.

Il calcolo dei parametri "efficaci" dei pannelli compressi, irrigiditi longitudinalmente, viene eseguito calcolando il coefficiente di riduzione ρ_c per l'instabilità globale, tenendo in conto gli effetti dovuti all'instabilità di colonna e di piastra, secondo quanto riportato nei paragrafi C4.2.4.1.3.4.4, C4.2.4.1.3.4.5 e C4.2.4.1.3.4.6 della suddetta Normativa.

Nelle verifiche si fa anche riferimento alle indicazioni contenute negli Eurocodici, in particolare al documento EN1993-1-5.

I risultati della verifica vengono riepilogati dai valori assunti da due coefficienti η_1 e η_3 , che indicano le risultanze ottenute nei riguardi delle sollecitazioni presso flessionali e taglianti; la verifica è soddisfatta se lo risultano le seguenti disuguaglianze:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\frac{f_y W_{y,eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\frac{f_y W_{z,eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0$$

Inoltre, per tenere conto delle interazioni tra le sollecitazioni assiali, di momento e taglio, viene definito un terzo coefficiente denominato in questa sede η_c , per il quale, nel caso in cui η_3 superi il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

valore 0.5, la soddisfazione delle verifiche implica il rispetto della disuguaglianza:

$$\eta_c = \bar{\eta}_1 + (2\bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0 \leq 1.$$

Le verifiche sono effettuate lungo tutto lo sviluppo dell'impalcato stradale, andando ad interessare le diverse tipologie di concio presenti, con stazioni di verifica poste ad un interasse medio di 3.45 m in campata e 1,375 m sui conci connessi ai traversi. Per i dettagli dimensionali e gli spessori delle diverse sezioni dei conci si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Le verifiche vengono condotte scomponendo la sezione dell'impalcato in pannelli così come indicato in figura: analizzando le sollecitazioni assiali, flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla sezione viene determinato il corrispondente stato tensionale, la cui integrazione sui singoli pannelli porta ai valori delle azioni presso o tenso flettenti e taglianti utilizzate nelle verifiche degli stessi.

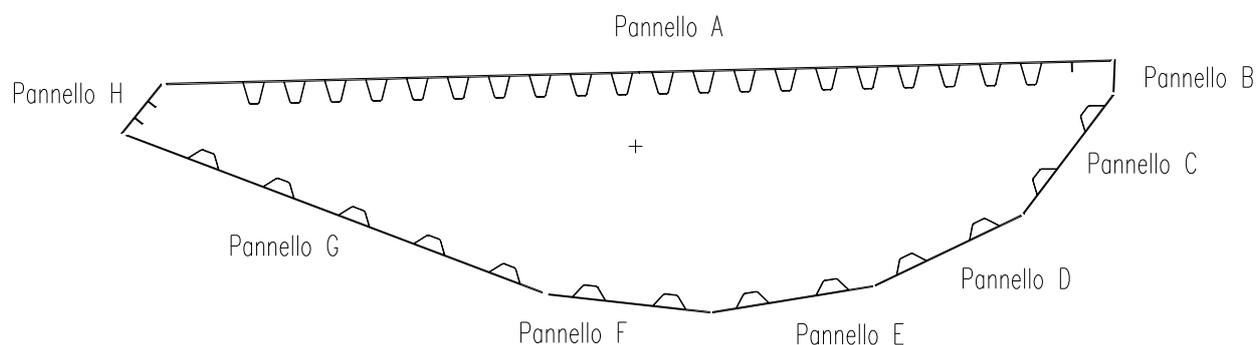


Figura 8: Schema suddivisione sezione in sottopannelli.

Nel dettaglio, per stabilire il valore del momento e dello sforzo normale che agisce su ognuno degli otto pannelli sono state determinate le tensioni normali presenti all'estremità degli stessi, a partire dalle sollecitazioni flessionali e di sforzo normale agenti sugli elementi frame del modello globale e in funzione delle caratteristiche geometriche e inerziali della sezione globale dell'impalcato.

Per la determinazione della distribuzione delle tensioni tangenziali sulla sezione dell'impalcato, a partire dalle sollecitazioni di taglio agenti sugli elementi frame del modello, non essendo in questo caso applicabile la teoria di Jourawsky, è stato invece realizzato un apposito modello costituito da elementi finiti di tipo shell, che riproduce un tronco per ciascuna tipologia di concio di lunghezza pari a 30m, incastrato ad una delle estremità.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

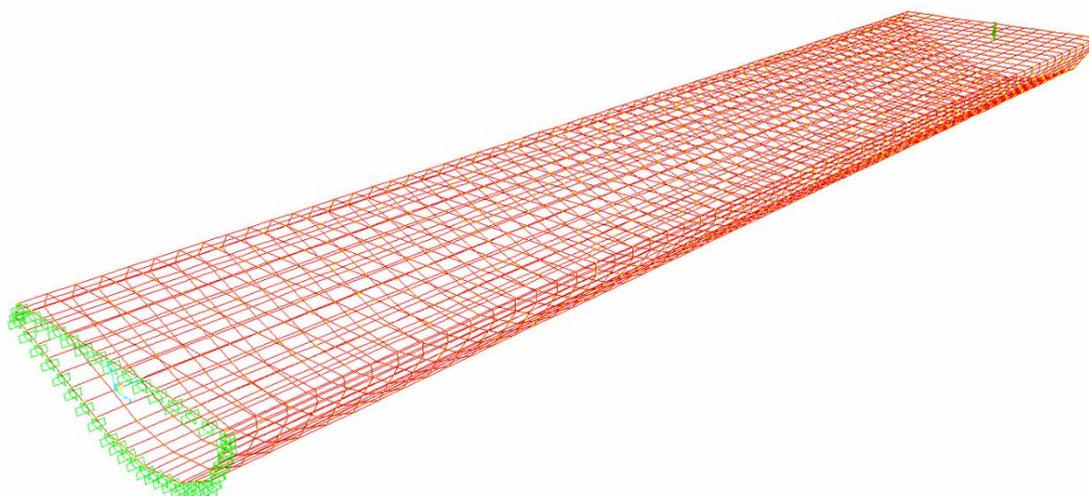


Figura 9: Modello tridimensionale per ripartizione sollecitazioni taglianti e torcenti.

Sull'estremo opposto a quello vincolato vengono applicate in scenari di calcolo separati azioni nelle direzioni verticale e trasversale e una coppia torcente di intensità pari rispettivamente a 1 kN e 1 kNm.

Ne deriva uno stato di sollecitazione noto sulla mensola, e la realizzazione di section cuts rappresentative degli otto pannelli permette di determinare numericamente la quota parte delle sollecitazioni di taglio e torsione agenti sulla sezione di impalcato che vengono assorbite da ogni sottopannello. Si ottengono così dei coefficienti moltiplicativi che applicati alle sollecitazioni di taglio e torsione calcolate dal modello globale permettono di stabilire il valore del taglio che agisce su ogni sottopannello sottoposto poi a verifica.

Si riportano i coefficienti moltiplicativi di ripartizione per le sei tipologie di sezione verificate.

Pannello	SEZIONE 01			SEZIONE 02			SEZIONE 03		
	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1
A	-0.247	-0.661	-0.193	-0.248	-0.655	-0.193	-0.254	-0.647	-0.193
B	0.074	-0.007	-0.007	0.073	-0.008	-0.007	0.071	-0.009	-0.007
C	0.358	0.000	-0.031	0.357	-0.001	-0.031	0.356	-0.003	-0.031
D	0.312	0.049	-0.033	0.315	0.050	-0.033	0.320	0.051	-0.033
E	0.136	0.080	-0.033	0.138	0.082	-0.033	0.141	0.087	-0.033
F	-0.079	0.090	-0.033	-0.079	0.093	-0.033	-0.082	0.098	-0.033
G	-0.963	0.126	-0.093	-0.967	0.126	-0.093	-0.974	0.123	-0.093
H	-0.157	-0.014	-0.013	-0.155	-0.016	-0.013	-0.150	-0.017	-0.013

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Pannello	SEZIONE 04			SEZIONE 05			SEZIONE 06		
	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1	Molt. F2	Molt. F3	Molt. M1
A	-0.250	-0.655	-0.193	-0.246	-0.666	-0.193	-0.248	-0.655	-0.193
B	0.073	-0.008	-0.007	0.075	-0.006	-0.007	0.073	-0.008	-0.007
C	0.358	-0.001	-0.031	0.359	0.002	-0.031	0.357	-0.001	-0.031
D	0.315	0.050	-0.033	0.310	0.048	-0.033	0.316	0.050	-0.033
E	0.138	0.083	-0.033	0.134	0.078	-0.033	0.138	0.082	-0.033
F	-0.080	0.093	-0.033	-0.078	0.088	-0.033	-0.079	0.093	-0.033
G	-0.967	0.125	-0.093	-0.960	0.126	-0.093	-0.968	0.126	-0.093
H	-0.154	-0.015	-0.013	-0.158	-0.013	-0.013	-0.155	-0.016	-0.013

Inoltre, sulla lastra ortotropa costituente il Pannello A, alle azioni dovute alle sollecitazioni proprie del modello globale della struttura vengono sommati gli effetti locali, calcolati come indicato nel capitolo 7.

Per la verifica si segue la metodologia indicata in UNI-EN 1993 1-7. Dal Pannello superiore è stato estratto un elemento contenente un solo irrigidimento (il più sollecitato) con la sezione efficace valutata come in precedenza in accordo a UNI-EN 1993 1-5.

Tale elemento è stato poi verificato in accordo a UNI-EN 1993 1-1 p.to 6.3.3 sottoposto ai carichi globali valutati in precedenza e ai carichi locali moltiplicati per un coefficiente pari a 0.7 in accordo a UNI-EN 1993-2 Annesso E per tenere conto della non contemporaneità tra i massimi valori locali e i massimi valori globali. La azione flettente equivalente da applicare all'elemento di piastra ortotropa è pari a:

$$M_{eq} = 1.3M_{med}$$

dove M_{med} è il valore medio del momento flettente. Si deve avere comunque $0.75M_{max} < M_{eq} < M_{max}$ pertanto si avrà (vedi cap. 7)

$$M_{max} = 88 \text{ KNm}$$

$$M_{min} = -48 \text{ kNm}$$

$$M_{med} = 20 \text{ kNm}$$

$$M_{eq} = 66 \text{ kNm}$$

Si riassumono nelle tabelle successive gli esiti delle verifiche su tutte le sezioni verificate, per la carreggiata direzione Messina, indicando il massimo valore assunto dai tre coefficienti η_1 , η_3 e η_c per ogni sub pannello e l'indice della relativa combinazione di carico.

Seguono i grafici dei valori massimi assunti dai tre coefficienti lungo lo sviluppo longitudinale dell'impalcato.

Per illustrare nel dettaglio la metodologia di verifica applicata si riporta inoltre, nei paragrafi successivi, lo sviluppo completo dei calcoli per due dei pannelli costituenti la sezione, verificati

nella situazione corrispondente alle massime sollecitazioni agenti sugli stessi.

6.2.1.3 Tabelle riepilogative dei coefficienti d'uso

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.
1000	0.000	0.000	1	0.04	0.18	0.18	11	0.00	0.35	0.35	7	0.00	0.50	0.50	7	0.00	0.42	0.42	7
1000	3.784	3.784	1	0.15	0.10	0.15	9	0.10	0.32	0.32	1	0.06	0.45	0.45	1	0.08	0.36	0.36	1
1000	7.569	7.569	1	0.33	0.10	0.33	9	0.20	0.27	0.27	1	0.11	0.39	0.39	1	0.16	0.31	0.31	1
1000	11.353	11.353	1	0.48	0.09	0.48	9	0.28	0.18	0.28	9	0.14	0.30	0.30	7	0.19	0.25	0.25	7
1000	15.138	15.138	1	0.61	0.09	0.61	9	0.35	0.15	0.35	9	0.20	0.23	0.23	1	0.27	0.18	0.27	1
1001	0.000	15.138	1	0.61	0.11	0.61	9	0.35	0.09	0.35	9	0.17	0.24	0.24	7	0.27	0.11	0.27	1
1001	3.750	18.888	1	0.71	0.11	0.71	9	0.41	0.06	0.41	9	0.25	0.09	0.25	9	0.31	0.06	0.31	1
1001	7.500	22.638	1	0.78	0.10	0.78	9	0.45	0.02	0.45	9	0.27	0.04	0.27	9	0.34	0.02	0.34	1
1001	11.250	26.388	1	0.83	0.09	0.83	9	0.47	0.04	0.47	9	0.29	0.05	0.29	9	0.36	0.06	0.36	1
1001	15.001	30.138	1	0.85	0.09	0.85	9	0.49	0.05	0.49	9	0.29	0.07	0.29	9	0.37	0.07	0.37	1
1002	0.000	30.138	1	0.86	0.07	0.86	9	0.49	0.07	0.49	9	0.29	0.09	0.29	9	0.37	0.08	0.37	1
1002	3.750	33.888	1	0.85	0.07	0.85	9	0.49	0.10	0.49	9	0.29	0.14	0.29	9	0.36	0.13	0.36	1
1002	7.500	37.638	1	0.83	0.05	0.83	9	0.47	0.17	0.47	9	0.19	0.32	0.32	30	0.35	0.21	0.35	1
1002	11.250	41.388	1	0.78	0.04	0.78	9	0.45	0.22	0.45	9	0.18	0.38	0.38	30	0.20	0.34	0.34	30
1002	15.000	45.139	1	0.71	0.04	0.71	9	0.41	0.23	0.41	9	0.15	0.43	0.43	30	0.17	0.39	0.39	30
1003	0.000	45.139	1	0.71	0.02	0.71	9	0.41	0.25	0.41	9	0.15	0.43	0.43	30	0.17	0.38	0.38	30
1003	3.375	48.513	1	0.62	0.02	0.62	9	0.36	0.27	0.36	9	0.12	0.48	0.48	30	0.13	0.42	0.42	30
1003	6.750	51.888	1	0.51	0.01	0.51	9	0.13	0.38	0.38	22	0.13	0.50	0.50	13	0.09	0.46	0.46	30
1003	10.125	55.263	1	0.39	0.00	0.39	9	0.07	0.42	0.42	22	0.08	0.46	0.46	32	0.05	0.50	0.50	21
1003	13.499	58.638	1	0.25	0.01	0.25	1	0.00	0.45	0.45	22	0.07	0.48	0.48	8	0.05	0.48	0.48	26
1004	0.000	58.638	4	0.20	0.00	0.20	1	0.00	0.36	0.36	22	0.02	0.43	0.43	22	0.03	0.37	0.37	30
1004	3.187	61.825	4	0.28	0.02	0.28	28	0.04	0.40	0.40	22	0.09	0.47	0.47	22	0.17	0.41	0.41	30
1004	6.375	65.013	4	0.39	0.01	0.39	28	0.08	0.43	0.43	22	0.11	0.49	0.49	6	0.32	0.45	0.45	30
1004	9.562	68.200	4	0.53	0.00	0.53	28	0.13	0.46	0.46	22	0.24	0.47	0.47	20	0.59	0.40	0.59	20
1004	12.750	71.388	4	0.67	0.02	0.67	28	0.18	0.49	0.49	22	0.22	0.48	0.48	24	0.76	0.46	0.76	20
1005	0.000	71.388	3	0.43	0.01	0.43	28	0.14	0.33	0.33	22	0.22	0.34	0.34	22	0.62	0.26	0.62	20
1005	1.375	72.763	3	0.47	0.02	0.47	28	0.16	0.34	0.34	22	0.24	0.34	0.34	22	0.69	0.27	0.69	20
1005	2.750	74.138	3	0.52	0.02	0.52	28	0.18	0.35	0.35	22	0.27	0.36	0.36	22	0.76	0.28	0.76	20
1005	4.125	75.513	3	0.57	0.02	0.57	28	0.20	0.36	0.36	22	0.31	0.37	0.37	22	0.71	0.28	0.71	20
1005	5.500	76.888	3	0.63	0.02	0.63	28	0.22	0.36	0.36	22	0.34	0.37	0.37	22	0.77	0.29	0.77	20

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
1000	0.000	0.000	1	0.00	0.17	0.17	7	0.00	0.34	0.34	11	0.00	0.85	0.85	11	0.00	0.42	0.42	15
1000	3.784	3.784	1	0.17	0.10	0.17	9	0.18	0.21	0.21	9	0.01	0.87	0.58	9	0.07	0.46	0.46	9
1000	7.569	7.569	1	0.31	0.09	0.31	1	0.34	0.20	0.34	9	0.01	0.49	0.49	11	0.13	0.42	0.42	9
1000	11.353	11.353	1	0.44	0.04	0.44	1	0.47	0.19	0.47	9	0.05	0.50	0.50	24	0.18	0.35	0.35	9
1000	15.138	15.138	1	0.54	0.03	0.54	1	0.58	0.18	0.58	9	0.04	0.48	0.48	15	0.23	0.32	0.32	9
1001	0.000	15.138	1	0.54	0.03	0.54	1	0.58	0.22	0.58	9	0.04	0.46	0.46	15	0.23	0.32	0.32	9
1001	3.750	18.888	1	0.62	0.05	0.62	1	0.67	0.21	0.67	9	0.05	0.39	0.39	15	0.26	0.29	0.29	9
1001	7.500	22.638	1	0.68	0.07	0.68	1	0.73	0.19	0.73	9	0.06	0.48	0.48	9	0.31	0.23	0.31	1
1001	11.250	26.388	1	0.72	0.09	0.72	1	0.77	0.15	0.77	9	0.06	0.31	0.31	9	0.33	0.14	0.33	1
1001	15.001	30.138	1	0.74	0.10	0.74	1	0.80	0.16	0.80	9	0.06	0.32	0.32	9	0.34	0.15	0.34	1
1002	0.000	30.138	1	0.74	0.09	0.74	1	0.80	0.12	0.80	9	0.07	0.21	0.21	9	0.34	0.09	0.34	1
1002	3.750	33.888	1	0.74	0.11	0.74	1	0.79	0.11	0.79	9	0.06	0.14	0.14	22	0.33	0.05	0.33	1
1002	7.500	37.638	1	0.71	0.14	0.71	1	0.77	0.07	0.77	9	0.06	0.22	0.22	22	0.32	0.05	0.32	1
1002	11.250	41.388	1	0.67	0.16	0.67	1	0.73	0.05	0.73	9	0.05	0.31	0.31	22	0.30	0.11	0.30	1
1002	15.000	45.139	1	0.61	0.17	0.61	1	0.66	0.05	0.66	9	0.04	0.39	0.39	22	0.27	0.11	0.27	1
1003	0.000	45.139	1	0.61	0.16	0.61	1	0.66	0.01	0.66	9	0.04	0.40	0.40	22	0.28	0.17	0.28	1
1003	3.375	48.513	1	0.54	0.18	0.54	1	0.58	0.01	0.58	9	0.03	0.48	0.48	22	0.13	0.26	0.26	22
1003	6.750	51.888	1	0.45	0.20	0.45	1	0.49	0.01	0.49	9	0.03	0.49	0.49	24	0.07	0.30	0.30	30
1003	10.125	55.263	1	0.35	0.21	0.35	1	0.38	0.04	0.38	9	0.14	0.30	0.30	20	0.03	0.35	0.35	30
1003	13.499	58.638	1	0.30	0.23	0.30	20	0.32	0.02	0.32	20	0.28	0.36	0.36	20	0.02	0.39	0.39	30
1004	0.000	58.638	4	0.22	0.16	0.22	20	0.24	0.02	0.24	20	0.00	0.49	0.49	6	0.02	0.39	0.39	30
1004	3.187	61.825	4	0.35	0.17	0.35	20	0.38	0.00	0.38	20	0.00	0.47	0.47	18	0.02	0.43	0.43	30
1004	6.375	65.013	4	0.51	0.19	0.51	20	0.54	0.02	0.54	20	0.49	0.44	0.49	20	0.03	0.47	0.47	30
1004	9.562	68.200	4	0.70	0.20	0.70	20	0.74	0.04	0.74	20	0.56	0.67	0.67	22	0.05	0.50	0.50	21
1004	12.750	71.388	4	0.91	0.22	0.91	20	0.96	0.07	0.96	20	0.78	0.72	0.97	22	0.04	0.50	0.50	8
1005	0.000	71.388	3	0.73	0.12	0.73	20	0.78	0.04	0.78	20	0.70	0.38	0.70	28	0.04	0.44	0.44	30
1005	1.375	72.763	3	0.82	0.13	0.82	20	0.87	0.04	0.87	20	0.78	0.41	0.78	28	0.04	0.46	0.46	30
1005	2.750	74.138	3	0.90	0.13	0.90	20	0.96	0.05	0.96	20	0.87	0.43	0.87	28	0.05	0.47	0.47	30
1005	4.125	75.513	3	0.83	0.13	0.83	20	0.86	0.05	0.86	20	0.78	0.45	0.78	28	0.05	0.49	0.49	30
1005	5.500	76.888	3	0.91	0.14	0.91	20	0.95	0.05	0.95	20	0.86	0.47	0.86	28	0.07	0.50	0.50	6

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - P.O.				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.
1006	0.000	76.888	3	0.62	0.07	0.62	28	0.20	0.31	0.31	24	0.35	0.29	0.35	20	0.76	0.23	0.76	20
1006	1.375	78.263	3	0.58	0.06	0.58	28	0.19	0.30	0.30	24	0.33	0.27	0.33	20	0.70	0.22	0.70	20
1006	2.750	79.638	3	0.53	0.05	0.53	28	0.17	0.29	0.29	24	0.26	0.30	0.30	24	0.76	0.21	0.76	20
1006	4.125	81.013	3	0.49	0.04	0.49	28	0.15	0.28	0.28	24	0.23	0.29	0.29	24	0.70	0.20	0.70	20
1006	5.500	82.388	3	0.45	0.04	0.45	28	0.14	0.27	0.27	24	0.21	0.28	0.28	24	0.64	0.19	0.64	20
1007	0.000	82.388	4	0.72	0.05	0.72	28	0.18	0.41	0.41	24	0.28	0.48	0.48	24	0.80	0.34	0.80	20
1007	3.187	85.575	4	0.58	0.04	0.58	28	0.14	0.38	0.38	24	0.22	0.45	0.45	24	0.64	0.30	0.64	20
1007	6.375	88.762	4	0.47	0.03	0.47	28	0.10	0.35	0.35	24	0.16	0.41	0.41	24	0.51	0.26	0.51	20
1007	9.562	91.949	4	0.37	0.03	0.37	28	0.06	0.31	0.31	24	0.11	0.37	0.37	24	0.40	0.22	0.40	20
1007	12.749	95.137	4	0.30	0.02	0.30	28	0.03	0.27	0.27	24	0.07	0.32	0.32	24	0.30	0.17	0.30	20
1008	0.000	95.137	1	0.37	0.03	0.37	28	0.04	0.34	0.34	24	0.09	0.47	0.47	24	0.19	0.41	0.41	24
1008	3.375	98.511	1	0.28	0.02	0.28	28	0.00	0.30	0.30	24	0.03	0.42	0.42	24	0.05	0.37	0.37	24
1008	6.749	101.886	1	0.34	0.02	0.34	1	0.04	0.26	0.26	24	0.03	0.36	0.36	24	0.02	0.32	0.32	24
1008	10.123	105.260	1	0.42	0.02	0.42	9	0.25	0.14	0.25	9	0.05	0.28	0.28	24	0.05	0.25	0.25	24
1008	13.498	108.635	1	0.49	0.02	0.49	9	0.29	0.13	0.29	9	0.13	0.21	0.21	18	0.22	0.16	0.22	1
1009	0.000	108.635	5	0.44	0.01	0.44	9	0.28	0.11	0.28	9	0.07	0.21	0.21	24	0.20	0.14	0.20	1
1009	4.138	112.772	5	0.49	0.01	0.49	10	0.31	0.06	0.31	10	0.19	0.08	0.19	10	0.23	0.07	0.23	2
1009	8.275	116.910	5	0.51	0.00	0.51	10	0.32	0.03	0.32	10	0.19	0.04	0.19	10	0.23	0.03	0.23	2
1009	12.413	121.047	5	0.50	0.00	0.50	10	0.31	0.08	0.31	10	0.19	0.11	0.19	10	0.23	0.09	0.23	2
1009	16.550	125.185	5	0.47	0.00	0.47	10	0.30	0.10	0.30	10	0.12	0.23	0.23	5	0.22	0.12	0.22	2
1010	0.000	125.185	1	0.52	0.01	0.52	10	0.30	0.12	0.30	10	0.12	0.22	0.22	5	0.23	0.14	0.23	2
1010	3.375	128.560	1	0.47	0.02	0.47	10	0.28	0.15	0.28	10	0.10	0.27	0.27	5	0.13	0.23	0.23	13
1010	6.750	131.934	1	0.40	0.02	0.40	10	0.24	0.16	0.24	10	0.08	0.33	0.33	5	0.10	0.28	0.28	13
1010	10.124	135.309	1	0.31	0.01	0.31	2	0.09	0.27	0.27	5	0.05	0.38	0.38	5	0.06	0.32	0.32	5
1010	13.499	138.684	1	0.28	0.02	0.28	27	0.04	0.31	0.31	5	0.03	0.43	0.43	5	0.02	0.36	0.36	5
1011	0.000	138.684	4	0.23	0.02	0.23	27	0.03	0.25	0.25	5	0.02	0.29	0.29	5	0.01	0.25	0.25	5
1011	3.187	141.871	4	0.29	0.02	0.29	27	0.01	0.28	0.28	5	0.03	0.34	0.34	5	0.30	0.20	0.30	19
1011	6.375	145.059	4	0.38	0.03	0.38	27	0.04	0.31	0.31	5	0.09	0.37	0.37	5	0.40	0.24	0.40	19
1011	9.562	148.246	4	0.48	0.04	0.48	27	0.08	0.35	0.35	5	0.14	0.41	0.41	5	0.52	0.28	0.52	19
1011	12.750	151.434	4	0.61	0.04	0.61	27	0.13	0.38	0.38	5	0.20	0.45	0.45	5	0.66	0.32	0.66	19
1012	0.000	151.434	3	0.38	0.04	0.38	27	0.10	0.25	0.25	5	0.15	0.26	0.26	5	0.53	0.17	0.53	19
1012	1.375	152.809	3	0.42	0.04	0.42	27	0.11	0.27	0.27	5	0.17	0.28	0.28	5	0.59	0.19	0.59	19
1012	2.750	154.183	3	0.46	0.05	0.46	27	0.13	0.30	0.30	5	0.19	0.30	0.30	5	0.65	0.20	0.65	19
1012	4.125	155.558	3	0.50	0.06	0.50	27	0.15	0.31	0.31	5	0.23	0.31	0.31	5	0.60	0.21	0.60	19
1012	5.500	156.933	3	0.55	0.06	0.55	27	0.17	0.29	0.29	5	0.30	0.28	0.30	19	0.66	0.22	0.66	19

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.
1006	0.000	76.888	3	0.62	0.07	0.62	28	0.20	0.31	0.31	24	0.35	0.29	0.35	20	0.76	0.23	0.76	20
1006	1.375	78.263	3	0.58	0.06	0.58	28	0.19	0.30	0.30	24	0.33	0.27	0.33	20	0.70	0.22	0.70	20
1006	2.750	79.638	3	0.53	0.05	0.53	28	0.17	0.29	0.29	24	0.26	0.30	0.30	24	0.76	0.21	0.76	20
1006	4.125	81.013	3	0.49	0.04	0.49	28	0.15	0.28	0.28	24	0.23	0.29	0.29	24	0.70	0.20	0.70	20
1006	5.500	82.388	3	0.45	0.04	0.45	28	0.14	0.27	0.27	24	0.21	0.28	0.28	24	0.64	0.19	0.64	20
1007	0.000	82.388	4	0.72	0.05	0.72	28	0.18	0.41	0.41	24	0.28	0.48	0.48	24	0.80	0.34	0.80	20
1007	3.187	85.575	4	0.58	0.04	0.58	28	0.14	0.38	0.38	24	0.22	0.45	0.45	24	0.64	0.30	0.64	20
1007	6.375	88.762	4	0.47	0.03	0.47	28	0.10	0.35	0.35	24	0.16	0.41	0.41	24	0.51	0.26	0.51	20
1007	9.562	91.949	4	0.37	0.03	0.37	28	0.06	0.31	0.31	24	0.11	0.37	0.37	24	0.40	0.22	0.40	20
1007	12.749	95.137	4	0.30	0.02	0.30	28	0.03	0.27	0.27	24	0.07	0.32	0.32	24	0.30	0.17	0.30	20
1008	0.000	95.137	1	0.37	0.03	0.37	28	0.04	0.34	0.34	24	0.09	0.47	0.47	24	0.19	0.41	0.41	24
1008	3.375	98.511	1	0.28	0.02	0.28	28	0.00	0.30	0.30	24	0.03	0.42	0.42	24	0.05	0.37	0.37	24
1008	6.749	101.886	1	0.34	0.02	0.34	1	0.04	0.26	0.26	24	0.03	0.36	0.36	24	0.02	0.32	0.32	24
1008	10.123	105.260	1	0.42	0.02	0.42	9	0.25	0.14	0.25	9	0.05	0.28	0.28	24	0.05	0.25	0.25	24
1008	13.498	108.635	1	0.49	0.02	0.49	9	0.29	0.13	0.29	9	0.13	0.21	0.21	18	0.22	0.16	0.22	1
1009	0.000	108.635	5	0.44	0.01	0.44	9	0.28	0.11	0.28	9	0.07	0.21	0.21	24	0.20	0.14	0.20	1
1009	4.138	112.772	5	0.49	0.01	0.49	10	0.31	0.06	0.31	10	0.19	0.08	0.19	10	0.23	0.07	0.23	2
1009	8.275	116.910	5	0.51	0.00	0.51	10	0.32	0.03	0.32	10	0.19	0.04	0.19	10	0.23	0.03	0.23	2
1009	12.413	121.047	5	0.50	0.00	0.50	10	0.31	0.08	0.31	10	0.19	0.11	0.19	10	0.23	0.09	0.23	2
1009	16.550	125.185	5	0.47	0.00	0.47	10	0.30	0.10	0.30	10	0.12	0.23	0.23	5	0.22	0.12	0.22	2
1010	0.000	125.185	1	0.52	0.01	0.52	10	0.30	0.12	0.30	10	0.12	0.22	0.22	5	0.23	0.14	0.23	2
1010	3.375	128.560	1	0.47	0.02	0.47	10	0.28	0.15	0.28	10	0.10	0.27	0.27	5	0.13	0.23	0.23	13
1010	6.750	131.934	1	0.40	0.02	0.40	10	0.24	0.16	0.24	10	0.08	0.33	0.33	5	0.10	0.28	0.28	13
1010	10.124	135.309	1	0.31	0.01	0.31	2	0.09	0.27	0.27	5	0.05	0.38	0.38	5	0.06	0.32	0.32	5
1010	13.499	138.684	1	0.28	0.02	0.28	27	0.04	0.31	0.31	5	0.03	0.43	0.43	5	0.02	0.36	0.36	5
1011	0.000	138.684	4	0.23	0.02	0.23	27	0.03	0.25	0.25	5	0.02	0.29	0.29	5	0.01	0.25	0.25	5
1011	3.187	141.871	4	0.29	0.02	0.29	27	0.01	0.28	0.28	5	0.03	0.34	0.34	5	0.30	0.20	0.30	19
1011	6.375	145.059	4	0.38	0.03	0.38	27	0.04	0.31	0.31	5	0.09	0.37	0.37	5	0.40	0.24	0.40	19
1011	9.562	148.246	4	0.48	0.04	0.48	27	0.08	0.35	0.35	5	0.14	0.41	0.41	5	0.52	0.28	0.52	19
1011	12.750	151.434	4	0.61	0.04	0.61	27	0.13	0.38	0.38	5	0.20	0.45	0.45	5	0.66	0.32	0.66	19
1012	0.000	151.434	3	0.38	0.04	0.38	27	0.10	0.25	0.25	5	0.15	0.26	0.26	5	0.53	0.17	0.53	19
1012	1.375	152.809	3	0.42	0.04	0.42	27	0.11	0.27	0.27	5	0.17	0.28	0.28	5	0.59	0.19	0.59	19
1012	2.750	154.183	3	0.46	0.05	0.46	27	0.13	0.30	0.30	5	0.19	0.30	0.30	5	0.65	0.20	0.65	19
1012	4.125	155.558	3	0.50	0.06	0.50	27	0.15	0.31	0.31	5	0.23	0.31	0.31	5	0.60	0.21	0.60	19
1012	5.500	156.933	3	0.55	0.06	0.55	27	0.17	0.29	0.29	5	0.30	0.28	0.30	19	0.66	0.22	0.66	19

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.
1006	0.000	76.888	3	0.89	0.09	0.89	20	0.93	0.08	0.93	20	0.84	0.49	0.84	28	0.07	0.49	0.49	4
1006	1.375	78.263	3	0.82	0.09	0.82	20	0.86	0.07	0.86	20	0.77	0.45	0.77	28	0.04	0.46	0.46	12
1006	2.750	79.638	3	0.91	0.08	0.91	20	0.96	0.06	0.96	20	0.87	0.40	0.87	28	0.04	0.42	0.42	12
1006	4.125	81.013	3	0.84	0.08	0.84	20	0.89	0.06	0.89	20	0.80	0.38	0.80	28	0.03	0.40	0.40	12
1006	5.500	82.388	3	0.77	0.08	0.77	20	0.81	0.06	0.81	20	0.74	0.36	0.74	28	0.03	0.38	0.38	12
1007	0.000	82.388	4	0.95	0.14	0.95	20	0.86	0.10	0.86	20	0.90	0.62	0.96	28	0.04	0.47	0.47	12
1007	3.187	85.575	4	0.77	0.13	0.77	20	0.81	0.09	0.81	20	0.73	0.54	0.74	28	0.03	0.41	0.41	12
1007	6.375	88.762	4	0.61	0.11	0.61	20	0.64	0.07	0.64	20	0.58	0.46	0.58	28	0.00	0.35	0.35	10
1007	9.562	91.949	4	0.47	0.10	0.47	20	0.50	0.05	0.50	20	0.45	0.37	0.45	20	0.02	0.31	0.31	16
1007	12.749	95.137	4	0.36	0.07	0.36	20	0.38	0.04	0.38	20	0.01	0.44	0.44	10	0.05	0.33	0.33	10
1008	0.000	95.137	1	0.48	0.10	0.48	20	0.52	0.07	0.52	20	0.20	0.48	0.48	32	0.00	0.32	0.32	26
1008	3.375	98.511	1	0.36	0.09	0.36	20	0.39	0.05	0.39	20	0.04	0.41	0.41	32	0.04	0.29	0.29	26
1008	6.749	101.886	1	0.32	0.10	0.32	9	0.35	0.08	0.35	9	0.01	0.45	0.45	26	0.08	0.24	0.24	26
1008	10.123	105.260	1	0.39	0.06	0.39	9	0.42	0.06	0.42	9	0.02	0.32	0.32	26	0.11	0.17	0.17	26
1008	13.498	108.635	1	0.44	0.06	0.44	1	0.48	0.06	0.48	9	0.03	0.32	0.32	26	0.20	0.16	0.20	1
1009	0.000	108.635	5	0.43	0.06	0.43	1	0.46	0.04	0.46	9	0.03	0.25	0.25	26	0.19	0.12	0.19	1
1009	4.138	112.772	5	0.47	0.03	0.47	2	0.51	0.03	0.51	10	0.04	0.15	0.15	26	0.21	0.07	0.21	2
1009	8.275	116.910	5	0.49	0.02	0.49	2	0.53	0.00	0.53	10	0.05	0.17	0.17	5	0.22	0.02	0.22	2
1009	12.413	121.047	5	0.48	0.05	0.48	2	0.52	0.01	0.52	10	0.05	0.25	0.25	5	0.22	0.07	0.22	2
1009	16.550	125.185	5	0.45	0.06	0.45	2	0.49	0.01	0.49	10	0.04	0.35	0.35	5	0.21	0.09	0.21	2
1010	0.000	125.185	1	0.47	0.06	0.47	2	0.51	0.04	0.51	10	0.04	0.37	0.37	5	0.21	0.13	0.21	2
1010	3.375	128.560	1	0.43	0.08	0.43	2	0.46	0.04	0.46	10	0.03	0.44	0.44	5	0.11	0.24	0.24	13
1010	6.750	131.934	1	0.37	0.08	0.37	2	0.40	0.05	0.40	10	0.02	0.50	0.50	5	0.08	0.27	0.27	13
1010	10.124	135.309	1	0.30	0.11	0.30	10	0.32	0.06	0.32	10	0.02	0.49	0.49	15	0.05	0.31	0.31	13
1010	13.499	138.684	1	0.34	0.10	0.34	19	0.37	0.05	0.37	19	0.02	0.47	0.47	9	0.01	0.36	0.36	13
1011	0.000	138.684	4	0.26	0.07	0.26	19	0.27	0.03	0.27	19	0.00	0.48	0.48	13	0.01	0.36	0.36	13
1011	3.187	141.871	4	0.36	0.09	0.36	19	0.38	0.04	0.38	19	0.00	0.48	0.48	15	0.01	0.40	0.40	13
1011	6.375	145.059	4	0.48	0.11	0.48	19	0.51	0.06	0.51	19	0.46	0.40	0.46	19	0.02	0.44	0.44	13
1011	9.562	148.246	4	0.62	0.12	0.62	19	0.66	0										

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE

Codice documento

PA0106_F0.doc

Rev.

F0

Data

20/06/2011

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCICO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.
1013	0.000	156.933	3	0.55	0.06	0.55	27	0.18	0.30	0.30	23	0.26	0.31	0.31	23	0.66	0.23	0.66	19
1013	1.375	158.308	3	0.51	0.06	0.51	27	0.16	0.29	0.29	23	0.24	0.30	0.30	23	0.60	0.21	0.60	19
1013	2.750	159.683	3	0.46	0.06	0.46	27	0.14	0.28	0.28	23	0.21	0.29	0.29	23	0.65	0.21	0.65	19
1013	4.125	161.058	3	0.42	0.05	0.42	27	0.12	0.27	0.27	23	0.19	0.28	0.28	23	0.59	0.19	0.59	19
1013	5.500	162.433	3	0.38	0.04	0.38	27	0.11	0.26	0.26	23	0.17	0.27	0.27	23	0.53	0.18	0.53	19
1014	0.000	162.433	4	0.60	0.05	0.60	27	0.15	0.39	0.39	23	0.22	0.46	0.46	23	0.65	0.32	0.65	19
1014	3.187	165.620	4	0.48	0.04	0.48	27	0.10	0.36	0.36	23	0.16	0.43	0.43	23	0.51	0.29	0.51	19
1014	6.375	168.807	4	0.37	0.04	0.37	27	0.07	0.33	0.33	23	0.11	0.39	0.39	23	0.38	0.25	0.38	19
1014	9.562	171.995	4	0.28	0.03	0.28	27	0.03	0.30	0.30	23	0.07	0.35	0.35	23	0.14	0.31	0.31	23
1014	12.749	175.182	4	0.21	0.02	0.21	27	0.00	0.26	0.26	23	0.02	0.30	0.30	23	0.03	0.26	0.26	23
1015	0.000	175.182	1	0.26	0.03	0.26	27	0.00	0.32	0.32	23	0.02	0.44	0.44	23	0.04	0.39	0.39	23
1015	3.374	178.556	1	0.33	0.02	0.33	2	0.04	0.28	0.28	23	0.03	0.39	0.39	23	0.03	0.35	0.35	23
1015	6.749	181.931	1	0.42	0.03	0.42	10	0.25	0.19	0.25	10	0.05	0.34	0.34	23	0.07	0.30	0.30	23
1015	10.123	185.305	1	0.50	0.02	0.50	10	0.29	0.12	0.29	10	0.07	0.23	0.23	23	0.22	0.15	0.22	2
1015	13.498	188.680	1	0.56	0.02	0.56	10	0.33	0.12	0.33	10	0.19	0.17	0.19	10	0.25	0.14	0.25	2
1016	0.000	188.680	5	0.51	0.01	0.51	10	0.32	0.10	0.32	10	0.19	0.14	0.19	10	0.24	0.13	0.24	2
1016	4.136	192.816	5	0.54	0.01	0.54	10	0.34	0.04	0.34	10	0.21	0.06	0.21	10	0.25	0.06	0.25	2
1016	8.272	196.952	5	0.56	0.00	0.56	9	0.35	0.04	0.35	9	0.21	0.05	0.21	9	0.26	0.04	0.26	1
1016	12.408	201.088	5	0.54	0.00	0.54	9	0.34	0.09	0.34	9	0.21	0.13	0.21	9	0.25	0.11	0.25	1
1016	16.544	205.224	5	0.51	0.01	0.51	9	0.32	0.11	0.32	9	0.09	0.25	0.25	22	0.23	0.13	0.23	1
1017	0.000	205.224	1	0.56	0.02	0.56	9	0.33	0.13	0.33	9	0.09	0.25	0.25	22	0.25	0.15	0.25	1
1017	3.375	208.598	1	0.50	0.02	0.50	9	0.29	0.16	0.29	9	0.07	0.30	0.30	22	0.10	0.25	0.25	22
1017	6.750	211.973	1	0.42	0.02	0.42	9	0.09	0.26	0.26	22	0.05	0.36	0.36	22	0.06	0.30	0.30	22
1017	10.124	215.348	1	0.33	0.03	0.33	9	0.04	0.30	0.30	22	0.02	0.41	0.41	22	0.02	0.35	0.35	22
1017	13.499	218.723	1	0.26	0.01	0.26	20	0.01	0.32	0.32	22	0.03	0.46	0.46	22	0.07	0.38	0.38	22
1018	0.000	218.723	4	0.21	0.02	0.21	28	0.01	0.26	0.26	22	0.03	0.31	0.31	22	0.05	0.26	0.26	22
1018	3.187	221.910	4	0.28	0.02	0.28	28	0.04	0.33	0.33	22	0.07	0.39	0.39	22	0.17	0.33	0.33	22
1018	6.375	225.097	4	0.37	0.03	0.37	28	0.08	0.36	0.36	22	0.13	0.43	0.43	22	0.40	0.26	0.40	20
1018	9.562	228.285	4	0.48	0.04	0.48	28	0.12	0.40	0.40	22	0.19	0.47	0.47	22	0.53	0.29	0.53	20
1018	12.750	231.472	4	0.61	0.05	0.61	28	0.17	0.43	0.43	22	0.24	0.50	0.50	30	0.68	0.33	0.68	20
1019	0.000	231.472	3	0.39	0.04	0.39	28	0.13	0.29	0.29	22	0.19	0.29	0.29	22	0.55	0.18	0.55	20
1019	1.375	232.847	3	0.42	0.04	0.42	28	0.14	0.29	0.29	22	0.21	0.30	0.30	22	0.61	0.19	0.61	20
1019	2.750	234.222	3	0.46	0.05	0.46	28	0.16	0.31	0.31	22	0.24	0.31	0.31	22	0.67	0.21	0.67	20
1019	4.125	235.597	3	0.51	0.06	0.51	28	0.18	0.32	0.32	22	0.27	0.32	0.32	22	0.62	0.22	0.62	20
1019	5.500	236.972	3	0.55	0.06	0.55	28	0.19	0.30	0.30	22	0.32	0.29	0.32	20	0.68	0.23	0.68	20

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCICO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
1013	0.000	156.933	3	0.78	0.09	0.78	19	0.81	0.08	0.81	19	0.73	0.47	0.73	27	0.04	0.49	0.49	11
1013	1.375	158.308	3	0.71	0.08	0.71	19	0.74	0.08	0.74	19	0.67	0.45	0.67	27	0.03	0.47	0.47	11
1013	2.750	159.683	3	0.77	0.08	0.77	19	0.81	0.07	0.81	19	0.74	0.43	0.74	27	0.03	0.45	0.45	11
1013	4.125	161.058	3	0.70	0.08	0.70	19	0.74	0.06	0.74	19	0.67	0.39	0.67	27	0.03	0.41	0.41	11
1013	5.500	162.433	3	0.63	0.07	0.63	19	0.67	0.05	0.67	19	0.61	0.35	0.61	27	0.02	0.36	0.36	11
1014	0.000	162.433	4	0.78	0.13	0.78	19	0.83	0.10	0.83	19	0.75	0.60	0.79	27	0.03	0.45	0.45	11
1014	3.187	165.620	4	0.61	0.12	0.61	19	0.64	0.08	0.64	19	0.58	0.52	0.58	27	0.02	0.40	0.40	11
1014	6.375	168.807	4	0.46	0.11	0.46	19	0.48	0.07	0.48	19	0.32	0.44	0.44	11	0.02	0.34	0.34	11
1014	9.562	171.995	4	0.33	0.09	0.33	19	0.35	0.05	0.35	19	0.03	0.38	0.38	15	0.01	0.30	0.30	15
1014	12.749	175.182	4	0.23	0.07	0.23	19	0.24	0.04	0.24	19	0.02	0.41	0.41	9	0.08	0.31	0.31	9
1015	0.000	175.182	1	0.30	0.09	0.30	19	0.32	0.06	0.32	19	0.01	0.50	0.50	26	0.09	0.28	0.28	9
1015	3.374	178.556	1	0.32	0.12	0.32	10	0.34	0.07	0.34	10	0.03	0.47	0.47	9	0.13	0.25	0.25	9
1015	6.749	181.931	1	0.39	0.10	0.39	2	0.42	0.07	0.42	10	0.04	0.42	0.42	9	0.16	0.23	0.23	9
1015	10.123	185.305	1	0.45	0.06	0.45	2	0.49	0.05	0.49	10	0.04	0.29	0.29	9	0.21	0.14	0.21	2
1015	13.498	188.680	1	0.50	0.06	0.50	2	0.54	0.05	0.54	10	0.05	0.28	0.28	9	0.23	0.14	0.23	2
1016	0.000	188.680	5	0.49	0.06	0.49	2	0.52	0.03	0.52	10	0.06	0.21	0.21	9	0.23	0.10	0.23	2
1016	4.136	192.816	5	0.52	0.02	0.52	2	0.56	0.01	0.56	10	0.05	0.12	0.12	22	0.24	0.05	0.24	2
1016	8.272	196.952	5	0.53	0.02	0.53	1	0.57	0.01	0.57	9	0.05	0.21	0.21	22	0.25	0.04	0.25	1
1016	12.408	201.088	5	0.52	0.05	0.52	1	0.56	0.02	0.56	9	0.04	0.29	0.29	22	0.24	0.09	0.24	1
1016	16.544	205.224	5	0.48	0.06	0.48	1	0.52	0.02	0.52	9	0.04	0.39	0.39	22	0.22	0.11	0.22	1
1017	0.000	205.224	1	0.50	0.06	0.50	1	0.54	0.05	0.54	9	0.04	0.40	0.40	6	0.23	0.15	0.23	1
1017	3.375	208.598	1	0.45	0.08	0.45	1	0.49	0.05	0.49	9	0.03	0.48	0.48	6	0.12	0.25	0.25	14
1017	6.750	211.973	1	0.38	0.10	0.38	1	0.42	0.06	0.42	9	0.02	0.47	0.47	16	0.09	0.29	0.29	14
1017	10.124	215.348	1	0.31	0.14	0.31	1	0.33	0.08	0.33	9	0.03	0.30	0.30	12	0.05	0.33	0.33	14
1017	13.499	218.723	1	0.33	0.10	0.33	20	0.35	0.06	0.35	9	0.14	0.39	0.39	12	0.01	0.38	0.38	14
1018	0.000	218.723	4	0.25	0.07	0.25	20	0.26	0.04	0.26	20	0.01	0.46	0.46	16	0.01	0.38	0.38	14
1018	3.187	221.910	4	0.35	0.10	0.35	20	0.37	0.05	0.37	20	0.05	0.50	0.50	14	0.02	0.38	0.38	14
1018	6.375	225.097	4	0.48	0.11	0.48	20	0.51	0.07	0.51	20	0.46	0.44	0.46	20	0.02	0.42	0.42	14
1018	9.562	228.285	4																

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE

Codice documento

PA0106_F0.doc

Rev.

F0

Data

20/06/2011

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.
1020	0.000	236.972	3	0.56	0.06	0.56	28	0.18	0.30	0.30	24	0.32	0.28	0.32	20	0.68	0.23	0.68	20
1020	1.375	238.347	3	0.51	0.06	0.51	28	0.16	0.30	0.30	24	0.25	0.30	0.30	24	0.62	0.22	0.62	20
1020	2.750	239.722	3	0.47	0.06	0.47	28	0.15	0.29	0.29	24	0.22	0.29	0.29	24	0.67	0.21	0.67	20
1020	4.125	241.097	3	0.43	0.04	0.43	28	0.13	0.27	0.27	24	0.20	0.28	0.28	24	0.61	0.19	0.61	20
1020	5.500	242.472	3	0.39	0.04	0.39	28	0.12	0.27	0.27	24	0.18	0.27	0.27	24	0.56	0.18	0.56	20
1021	0.000	242.472	4	0.61	0.05	0.61	28	0.15	0.40	0.40	24	0.24	0.47	0.47	24	0.69	0.33	0.69	20
1021	3.187	245.659	4	0.49	0.04	0.49	28	0.11	0.37	0.37	24	0.18	0.43	0.43	24	0.54	0.29	0.54	20
1021	6.375	248.846	4	0.38	0.03	0.38	28	0.07	0.34	0.34	24	0.12	0.39	0.39	24	0.41	0.25	0.41	20
1021	9.562	252.033	4	0.29	0.02	0.29	28	0.04	0.31	0.31	24	0.07	0.36	0.36	24	0.17	0.31	0.31	24
1021	12.749	255.221	4	0.22	0.02	0.22	28	0.01	0.26	0.26	24	0.03	0.31	0.31	24	0.06	0.27	0.27	24
1022	0.000	255.221	1	0.27	0.02	0.27	28	0.01	0.32	0.32	24	0.04	0.45	0.45	24	0.08	0.39	0.39	24
1022	3.374	258.595	1	0.32	0.03	0.32	9	0.03	0.29	0.29	24	0.02	0.40	0.40	24	0.02	0.35	0.35	24
1022	6.749	261.969	1	0.41	0.02	0.41	9	0.08	0.25	0.25	24	0.05	0.35	0.35	24	0.06	0.31	0.31	24
1022	10.123	265.344	1	0.49	0.01	0.49	9	0.29	0.16	0.29	9	0.07	0.25	0.25	24	0.08	0.23	0.23	24
1022	13.498	268.718	1	0.54	0.02	0.54	9	0.32	0.12	0.32	9	0.19	0.17	0.19	9	0.24	0.15	0.24	1
1023	0.000	268.718	5	0.49	0.01	0.49	9	0.31	0.10	0.31	9	0.08	0.19	0.19	24	0.23	0.13	0.23	1
1023	4.137	272.855	5	0.53	0.00	0.53	9	0.33	0.07	0.33	9	0.20	0.10	0.20	9	0.24	0.09	0.24	1
1023	8.274	276.993	5	0.54	0.01	0.54	9	0.34	0.02	0.34	9	0.21	0.03	0.21	9	0.25	0.02	0.25	1
1023	12.412	281.130	5	0.53	0.01	0.53	10	0.33	0.06	0.33	10	0.20	0.09	0.20	10	0.24	0.08	0.24	2
1023	16.549	285.267	5	0.49	0.01	0.49	10	0.31	0.11	0.31	10	0.12	0.24	0.24	5	0.22	0.13	0.22	2
1024	0.000	285.267	1	0.54	0.02	0.54	10	0.31	0.13	0.31	10	0.09	0.24	0.24	21	0.24	0.15	0.24	2
1024	3.375	288.642	1	0.48	0.02	0.48	10	0.28	0.15	0.28	10	0.07	0.29	0.29	21	0.09	0.24	0.24	21
1024	6.750	292.017	1	0.40	0.02	0.40	10	0.08	0.25	0.25	21	0.05	0.35	0.35	21	0.06	0.29	0.29	21
1024	10.124	295.391	1	0.30	0.03	0.30	10	0.03	0.29	0.29	21	0.02	0.40	0.40	21	0.02	0.34	0.34	21
1024	13.499	298.766	1	0.27	0.01	0.27	19	0.01	0.32	0.32	21	0.04	0.45	0.45	21	0.07	0.37	0.37	21
1025	0.000	298.766	4	0.22	0.01	0.22	19	0.01	0.26	0.26	21	0.03	0.30	0.30	21	0.05	0.25	0.25	21
1025	3.187	301.954	4	0.29	0.02	0.29	27	0.04	0.30	0.30	21	0.07	0.36	0.36	21	0.17	0.30	0.30	21
1025	6.375	305.141	4	0.38	0.03	0.38	27	0.08	0.36	0.36	21	0.13	0.42	0.42	21	0.40	0.25	0.40	19
1025	9.562	308.328	4	0.49	0.04	0.49	27	0.12	0.39	0.39	21	0.18	0.46	0.46	21	0.53	0.29	0.53	19
1025	12.750	311.516	4	0.61	0.05	0.61	27	0.17	0.42	0.42	21	0.21	0.50	0.50	5	0.68	0.33	0.68	19
1026	0.000	311.516	3	0.39	0.04	0.39	27	0.13	0.28	0.28	21	0.19	0.29	0.29	21	0.55	0.18	0.55	19
1026	1.375	312.891	3	0.43	0.05	0.43	27	0.14	0.29	0.29	21	0.21	0.30	0.30	21	0.61	0.19	0.61	19
1026	2.750	314.266	3	0.47	0.06	0.47	27	0.16	0.30	0.30	21	0.23	0.31	0.31	21	0.67	0.21	0.67	19
1026	4.125	315.641	3	0.51	0.06	0.51	27	0.18	0.31	0.31	21	0.27	0.32	0.32	21	0.62	0.22	0.62	19
1026	5.500	317.016	3	0.56	0.06	0.56	27	0.19	0.29	0.29	21	0.31	0.28	0.31	19	0.68	0.23	0.68	19

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
1020	0.000	236.972	3	0.80	0.09	0.80	20	0.83	0.08	0.83	20	0.75	0.47	0.75	28	0.05	0.49	0.49	12
1020	1.375	238.347	3	0.73	0.09	0.73	20	0.76	0.07	0.76	20	0.69	0.45	0.69	28	0.04	0.46	0.46	12
1020	2.750	239.722	3	0.80	0.08	0.80	20	0.85	0.07	0.85	20	0.77	0.43	0.77	28	0.04	0.44	0.44	12
1020	4.125	241.097	3	0.73	0.08	0.73	20	0.77	0.06	0.77	20	0.70	0.36	0.70	28	0.04	0.38	0.38	12
1020	5.500	242.472	3	0.66	0.08	0.66	20	0.70	0.05	0.70	20	0.63	0.34	0.63	28	0.03	0.36	0.36	12
1021	0.000	242.472	4	0.82	0.14	0.82	20	0.87	0.09	0.87	20	0.78	0.59	0.81	28	0.04	0.45	0.45	12
1021	3.187	245.659	4	0.64	0.12	0.64	20	0.68	0.08	0.68	20	0.61	0.51	0.61	20	0.03	0.39	0.39	12
1021	6.375	248.846	4	0.49	0.11	0.49	20	0.52	0.06	0.52	20	0.47	0.43	0.47	20	0.03	0.33	0.33	12
1021	9.562	252.033	4	0.36	0.10	0.36	20	0.38	0.05	0.38	20	0.01	0.40	0.40	10	0.04	0.30	0.30	10
1021	12.749	255.221	4	0.26	0.07	0.26	20	0.27	0.04	0.27	20	0.01	0.41	0.41	10	0.07	0.31	0.31	10
1022	0.000	255.221	1	0.35	0.10	0.35	20	0.37	0.06	0.37	20	0.01	0.44	0.44	16	0.07	0.29	0.29	10
1022	3.374	258.595	1	0.30	0.11	0.30	1	0.33	0.07	0.33	9	0.02	0.45	0.45	10	0.12	0.24	0.24	10
1022	6.749	261.969	1	0.38	0.10	0.38	1	0.41	0.06	0.41	9	0.03	0.38	0.38	10	0.15	0.21	0.21	10
1022	10.123	265.344	1	0.44	0.09	0.44	1	0.47	0.04	0.47	9	0.03	0.31	0.31	10	0.20	0.16	0.20	1
1022	13.498	268.718	1	0.48	0.06	0.48	1	0.52	0.05	0.52	9	0.04	0.28	0.28	10	0.22	0.14	0.22	1
1023	0.000	268.718	5	0.47	0.06	0.47	1	0.51	0.02	0.51	9	0.03	0.20	0.20	26	0.22	0.10	0.22	1
1023	4.137	272.855	5	0.50	0.05	0.50	1	0.54	0.01	0.54	9	0.06	0.12	0.12	5	0.23	0.06	0.23	1
1023	8.274	276.993	5	0.51	0.00	0.51	1	0.55	0.02	0.55	9	0.06	0.21	0.21	5	0.24	0.03	0.24	1
1023	12.412	281.130	5	0.50	0.03	0.50	2	0.54	0.03	0.54	10	0.03	0.29	0.29	13	0.23	0.08	0.23	2
1023	16.549	285.267	5	0.46	0.06	0.46	2	0.50	0.03	0.50	10	0.03	0.39	0.39	13	0.21	0.11	0.21	2
1024	0.000	285.267	1	0.48	0.06	0.48	2	0.52	0.05	0.52	10	0.02	0.41	0.41	13	0.22	0.15	0.22	2
1024	3.375	288.642	1	0.43	0.08	0.43	2	0.46	0.05	0.46	10	0.02	0.49	0.49	13	0.11	0.26	0.26	13
1024	6.750	292.017	1	0.36	0.10	0.36	2	0.39	0.07	0.39	10	0.02	0.47	0.47	15	0.08	0.29	0.29	13
1024	10.124	295.391	1	0.28	0.13	0.28	2	0.31	0.08	0.31	10	0.05	0.30	0.30	11	0.05	0.33	0.33	13
1024	13.499	298.766	1	0.33	0.10	0.33	19	0.36	0.06	0.36	19	0.15	0.39	0.39	11	0.01	0.38	0.38	13
1025	0.000	298.766	4	0.25	0.07	0.25	19	0.27	0.04	0.27	19	0.04	0.50	0.50	22	0.01	0.38	0.38	13
1025	3.187	301.954	4	0.36	0.09	0.36	19	0.38	0.05	0.38	19	0.00	0.40	0.40	9	0.02	0.40	0.40	13
1025	6.375	305.141	4	0.48	0.11	0.48	19	0.51	0.07	0.51	19	0.46	0.44	0.46	19	0.01	0.42	0.42	15
1025	9.562	308.328	4	0.															

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.	η_1	η_3	η_c	comb.
1027	0.000	317.016	3	0.55	0.05	0.55	27	0.16	0.31	0.31	7	0.24	0.32	0.32	7	0.68	0.23	0.68	19
1027	1.375	318.390	3	0.51	0.05	0.51	27	0.14	0.30	0.30	7	0.21	0.31	0.31	7	0.62	0.22	0.62	19
1027	2.750	319.765	3	0.46	0.05	0.46	27	0.12	0.29	0.29	7	0.18	0.30	0.30	7	0.67	0.21	0.67	19
1027	4.125	321.140	3	0.42	0.04	0.42	27	0.11	0.28	0.28	7	0.16	0.29	0.29	7	0.61	0.20	0.61	19
1027	5.500	322.515	3	0.38	0.03	0.38	27	0.09	0.27	0.27	7	0.14	0.28	0.28	7	0.55	0.19	0.55	19
1028	0.000	322.515	4	0.61	0.04	0.61	27	0.12	0.41	0.41	7	0.19	0.48	0.48	7	0.68	0.34	0.68	19
1028	3.187	325.703	4	0.48	0.03	0.48	27	0.08	0.38	0.38	7	0.13	0.44	0.44	7	0.53	0.30	0.53	19
1028	6.375	328.890	4	0.37	0.02	0.37	27	0.04	0.34	0.34	7	0.08	0.41	0.41	7	0.40	0.26	0.40	19
1028	9.562	332.077	4	0.28	0.00	0.28	19	0.01	0.31	0.31	7	0.03	0.37	0.37	7	0.05	0.32	0.32	15
1028	12.749	335.264	4	0.21	0.00	0.21	19	0.03	0.27	0.27	7	0.02	0.32	0.32	7	0.01	0.28	0.28	15
1029	0.000	335.264	1	0.26	0.00	0.26	19	0.04	0.34	0.34	7	0.03	0.47	0.47	7	0.02	0.42	0.42	15
1029	3.375	338.639	1	0.34	0.03	0.34	10	0.10	0.30	0.30	7	0.06	0.42	0.42	7	0.06	0.37	0.37	15
1029	6.749	342.014	1	0.44	0.01	0.44	10	0.14	0.26	0.26	7	0.08	0.36	0.36	7	0.10	0.33	0.33	15
1029	10.124	345.388	1	0.52	0.02	0.52	10	0.31	0.13	0.31	10	0.12	0.26	0.26	15	0.13	0.24	0.24	15
1029	13.498	348.763	1	0.58	0.01	0.58	10	0.34	0.14	0.34	10	0.14	0.21	0.21	15	0.25	0.17	0.25	2
1030	0.000	348.763	5	0.53	0.01	0.53	10	0.33	0.11	0.33	10	0.14	0.22	0.22	15	0.24	0.13	0.24	2
1030	4.019	352.782	5	0.57	0.00	0.57	10	0.35	0.07	0.35	10	0.22	0.10	0.22	10	0.25	0.09	0.25	2
1030	8.038	356.801	5	0.58	0.02	0.58	10	0.36	0.01	0.36	10	0.23	0.02	0.23	10	0.26	0.01	0.26	2
1030	12.057	360.819	5	0.57	0.02	0.57	10	0.35	0.03	0.35	10	0.22	0.05	0.22	10	0.25	0.04	0.25	2
1030	16.076	364.838	5	0.54	0.02	0.54	9	0.34	0.07	0.34	9	0.21	0.10	0.21	9	0.24	0.09	0.24	1
1031	0.000	364.838	1	0.59	0.04	0.59	9	0.35	0.09	0.35	9	0.21	0.13	0.21	9	0.25	0.11	0.25	1
1031	3.375	368.213	1	0.54	0.05	0.54	9	0.32	0.13	0.32	9	0.09	0.30	0.30	22	0.12	0.25	0.25	22
1031	6.750	371.588	1	0.47	0.06	0.47	9	0.28	0.17	0.28	9	0.07	0.35	0.35	22	0.09	0.30	0.30	22
1031	10.125	374.963	1	0.38	0.06	0.38	9	0.08	0.29	0.29	22	0.05	0.41	0.41	22	0.05	0.35	0.35	22
1031	13.500	378.338	1	0.28	0.04	0.28	9	0.02	0.33	0.33	22	0.02	0.46	0.46	22	0.00	0.39	0.39	22
1032	0.000	378.338	4	0.22	0.06	0.22	9	0.02	0.24	0.24	22	0.02	0.28	0.28	22	0.01	0.24	0.24	22
1032	3.187	381.526	4	0.20	0.02	0.20	20	0.02	0.30	0.30	22	0.04	0.36	0.36	22	0.09	0.30	0.30	22
1032	6.375	384.713	4	0.28	0.02	0.28	20	0.05	0.33	0.33	22	0.10	0.39	0.39	22	0.21	0.34	0.34	22
1032	9.562	387.900	4	0.38	0.02	0.38	20	0.09	0.37	0.37	22	0.15	0.44	0.44	22	0.43	0.28	0.43	20
1032	12.750	391.088	4	0.49	0.04	0.49	28	0.13	0.40	0.40	22	0.21	0.47	0.47	22	0.57	0.32	0.57	20
1033	0.000	391.088	3	0.31	0.03	0.31	28	0.10	0.27	0.27	22	0.16	0.27	0.27	22	0.46	0.18	0.46	20
1033	1.375	392.463	3	0.35	0.03	0.35	28	0.12	0.28	0.28	22	0.18	0.28	0.28	22	0.52	0.20	0.52	20
1033	2.750	393.838	3	0.39	0.03	0.39	28	0.13	0.29	0.29	22	0.20	0.30	0.30	22	0.58	0.22	0.58	20
1033	4.125	395.213	3	0.44	0.04	0.44	28	0.15	0.30	0.30	22	0.24	0.30	0.30	22	0.55	0.23	0.55	20
1033	5.500	396.588	3	0.48	0.04	0.48	28	0.17	0.31	0.31	22	0.26	0.31	0.31	22	0.60	0.24	0.60	20

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
1027	0.000	317.016	3	0.80	0.10	0.80	19	0.83	0.07	0.83	19	0.75	0.46	0.75	27	0.05	0.48	0.48	11
1027	1.375	318.390	3	0.73	0.09	0.73	19	0.76	0.07	0.76	19	0.69	0.44	0.69	27	0.04	0.46	0.46	11
1027	2.750	319.765	3	0.79	0.09	0.79	19	0.84	0.07	0.84	19	0.76	0.42	0.76	27	0.04	0.44	0.44	11
1027	4.125	321.140	3	0.72	0.08	0.72	19	0.77	0.06	0.77	19	0.70	0.38	0.70	27	0.04	0.40	0.40	11
1027	5.500	322.515	3	0.66	0.08	0.66	19	0.70	0.05	0.70	19	0.63	0.33	0.63	27	0.03	0.35	0.35	11
1028	0.000	322.515	4	0.81	0.15	0.81	19	0.86	0.09	0.86	19	0.77	0.58	0.80	27	0.04	0.44	0.44	11
1028	3.187	325.703	4	0.64	0.13	0.64	19	0.67	0.07	0.67	19	0.61	0.50	0.61	19	0.04	0.38	0.38	11
1028	6.375	328.890	4	0.48	0.12	0.48	19	0.51	0.05	0.51	19	0.46	0.42	0.46	19	0.02	0.32	0.32	15
1028	9.562	332.077	4	0.36	0.11	0.36	19	0.38	0.04	0.38	19	0.05	0.37	0.37	15	0.02	0.29	0.29	15
1028	12.749	335.264	4	0.25	0.09	0.25	19	0.26	0.03	0.26	19	0.02	0.40	0.40	1	0.07	0.30	0.30	9
1029	0.000	335.264	1	0.33	0.13	0.33	19	0.35	0.04	0.35	19	0.00	0.42	0.42	7	0.07	0.29	0.29	9
1029	3.375	338.639	1	0.31	0.12	0.31	2	0.34	0.07	0.34	10	0.03	0.47	0.47	1	0.11	0.26	0.26	9
1029	6.749	342.014	1	0.39	0.12	0.39	2	0.42	0.04	0.42	10	0.05	0.39	0.39	1	0.15	0.21	0.21	9
1029	10.124	345.388	1	0.45	0.07	0.45	2	0.49	0.04	0.49	10	0.05	0.28	0.28	1	0.20	0.14	0.20	2
1029	13.498	348.763	1	0.50	0.08	0.50	2	0.54	0.03	0.54	10	0.06	0.26	0.26	1	0.23	0.13	0.23	2
1030	0.000	348.763	5	0.48	0.06	0.48	2	0.53	0.02	0.53	10	0.07	0.20	0.20	1	0.22	0.10	0.22	2
1030	4.019	352.782	5	0.52	0.04	0.52	2	0.56	0.01	0.56	10	0.08	0.13	0.13	1	0.24	0.07	0.24	2
1030	8.038	356.801	5	0.53	0.01	0.53	2	0.58	0.04	0.58	10	0.02	0.16	0.16	30	0.25	0.05	0.25	2
1030	12.057	360.819	5	0.52	0.01	0.52	2	0.57	0.04	0.57	10	0.02	0.24	0.24	30	0.24	0.07	0.24	2
1030	16.076	364.838	5	0.49	0.02	0.49	1	0.53	0.06	0.53	9	0.01	0.38	0.38	30	0.23	0.11	0.23	1
1031	0.000	364.838	1	0.50	0.02	0.50	1	0.55	0.09	0.55	9	0.01	0.39	0.39	30	0.23	0.16	0.23	1
1031	3.375	368.213	1	0.46	0.04	0.46	1	0.50	0.11	0.50	9	0.01	0.43	0.43	26	0.13	0.22	0.22	26
1031	6.750	371.588	1	0.40	0.06	0.40	1	0.44	0.12	0.44	9	0.03	0.50	0.50	17	0.10	0.27	0.27	26
1031	10.125	374.963	1	0.33	0.08	0.33	1	0.36	0.14	0.36	9	0.08	0.30	0.30	28	0.07	0.31	0.31	26
1031	13.500	378.338	1	0.24	0.08	0.24	1	0.27	0.10	0.27	9	0.01	0.50	0.50	26	0.01	0.33	0.33	30
1032	0.000	378.338	4	0.19	0.06	0.19	1	0.21	0.10	0.21	9	0.01	0.49	0.49	14	0.04	0.37	0.37	14
1032	3.187	381.526	4	0.24	0.08	0.24	20	0.26	0.05	0.26	20	0.01	0.50	0.50	8	0.00	0.37	0.37	14
1032	6.375	384.713	4	0.37	0.10	0.37	20	0.39	0.06	0.39	20	0.01	0.47	0.47	10	0.03	0.41	0.41	14
1032	9.562	387.900	4	0.51	0.12	0.51	20	0.54	0.07	0.54									

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE

Codice documento

PA0106_F0.doc

Rev.

F0

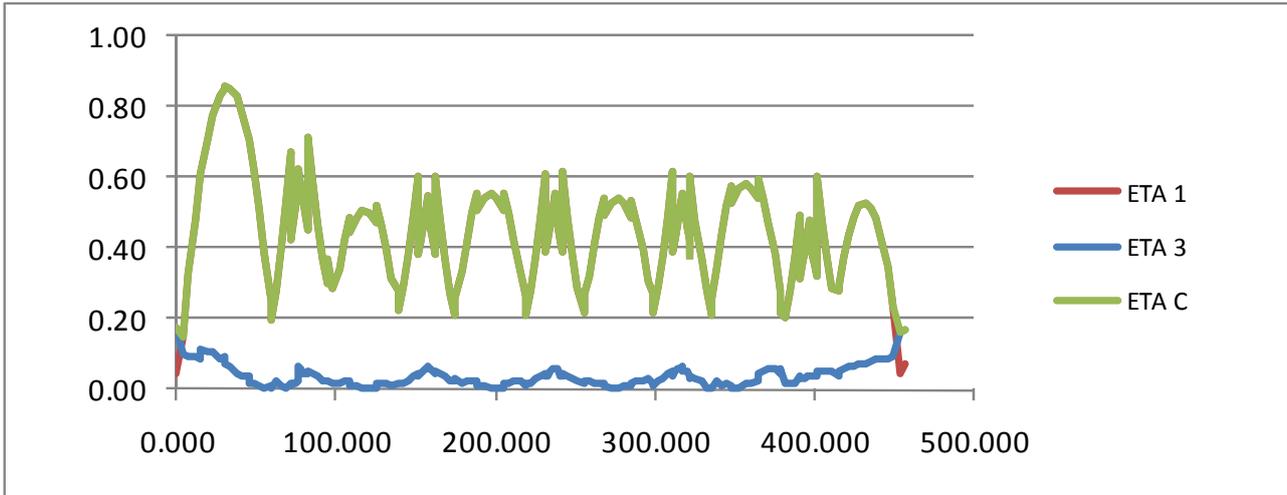
Data

20/06/2011

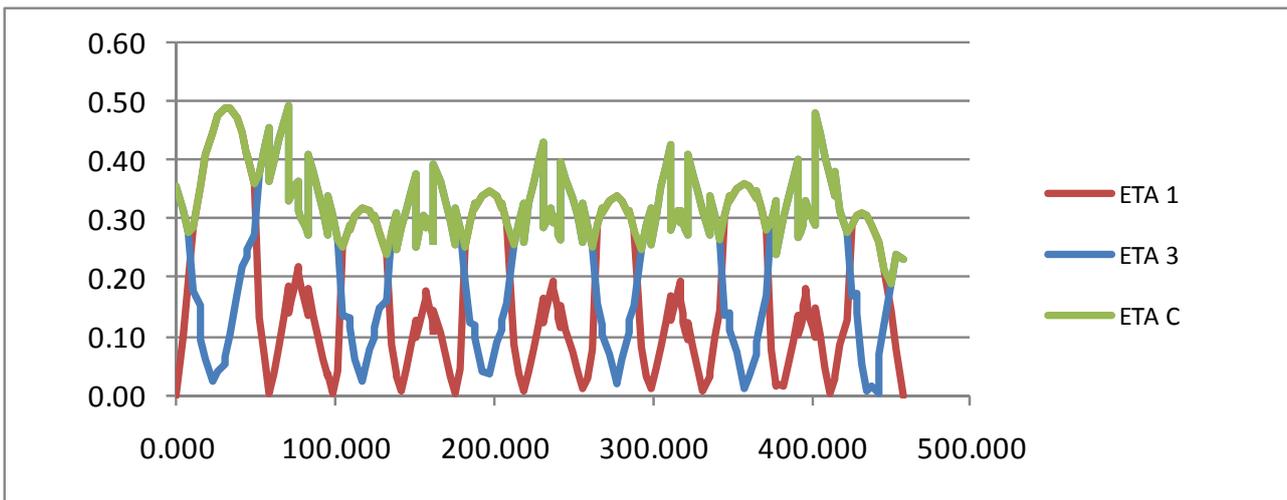
Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO A - PIASTRA ORTOTROPA				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.
1034	0.000	396.588	3	0.46	0.04	0.46	20	0.18	0.33	0.33	20	0.27	0.34	0.34	20	0.59	0.28	0.59	20
1034	1.375	397.963	3	0.42	0.04	0.42	20	0.15	0.32	0.32	24	0.21	0.32	0.32	24	0.54	0.26	0.54	28
1034	2.750	399.338	3	0.39	0.04	0.39	20	0.13	0.31	0.31	24	0.19	0.31	0.31	32	0.58	0.24	0.58	28
1034	4.125	400.713	3	0.35	0.04	0.35	20	0.11	0.30	0.30	24	0.17	0.30	0.30	32	0.52	0.23	0.52	28
1034	5.500	402.088	3	0.32	0.04	0.32	20	0.10	0.29	0.29	24	0.15	0.29	0.29	32	0.47	0.22	0.47	28
1035	0.000	402.088	2	0.60	0.05	0.60	20	0.15	0.48	0.48	24	0.16	0.46	0.46	26	0.71	0.49	0.71	28
1035	3.187	405.275	2	0.48	0.05	0.48	20	0.10	0.45	0.45	24	0.25	0.49	0.49	28	0.56	0.44	0.56	28
1035	6.375	408.463	2	0.37	0.05	0.37	20	0.04	0.40	0.40	32	0.05	0.45	0.45	26	0.27	0.49	0.49	32
1035	9.562	411.650	2	0.29	0.05	0.29	20	0.00	0.37	0.37	32	0.08	0.49	0.49	32	0.13	0.45	0.45	32
1035	12.750	414.838	2	0.28	0.04	0.28	9	0.03	0.34	0.34	32	0.04	0.45	0.45	32	0.02	0.41	0.41	32
1036	0.000	414.838	6	0.29	0.05	0.29	9	0.03	0.38	0.38	32	0.08	0.49	0.49	16	0.02	0.48	0.48	32
1036	3.375	418.213	6	0.37	0.06	0.37	9	0.08	0.31	0.31	32	0.07	0.43	0.43	32	0.02	0.40	0.40	32
1036	6.750	421.588	6	0.44	0.07	0.44	9	0.13	0.28	0.28	32	0.09	0.38	0.38	32	0.06	0.36	0.36	32
1036	10.125	424.963	6	0.49	0.07	0.49	9	0.29	0.17	0.29	9	0.11	0.32	0.32	32	0.09	0.30	0.30	32
1036	13.500	428.338	6	0.52	0.07	0.52	9	0.31	0.17	0.31	9	0.12	0.27	0.27	32	0.10	0.27	0.27	32
1037	0.000	428.338	6	0.52	0.07	0.52	9	0.31	0.14	0.31	9	0.12	0.27	0.27	32	0.11	0.26	0.26	32
1037	3.375	431.713	6	0.53	0.07	0.53	9	0.31	0.06	0.31	9	0.13	0.22	0.22	32	0.23	0.07	0.23	1
1037	6.750	435.088	6	0.52	0.08	0.52	9	0.30	0.01	0.30	9	0.19	0.00	0.19	9	0.23	0.01	0.23	1
1037	10.125	438.463	6	0.49	0.08	0.49	9	0.29	0.02	0.29	9	0.18	0.03	0.18	9	0.21	0.02	0.21	1
1037	13.500	441.838	6	0.43	0.09	0.43	9	0.26	0.00	0.26	9	0.16	0.01	0.16	9	0.19	0.00	0.19	1
1038	0.000	441.838	6	0.43	0.08	0.43	9	0.26	0.07	0.26	9	0.16	0.11	0.16	9	0.19	0.09	0.19	1
1038	3.803	445.641	6	0.35	0.09	0.35	9	0.21	0.12	0.21	9	0.12	0.19	0.19	1	0.16	0.15	0.16	1
1038	7.606	449.444	6	0.24	0.09	0.24	9	0.14	0.19	0.19	1	0.08	0.27	0.27	1	0.12	0.21	0.21	1
1038	11.409	453.247	6	0.04	0.16	0.16	31	0.08	0.24	0.24	1	0.04	0.34	0.34	1	0.06	0.27	0.27	1
1038	15.212	457.050	6	0.07	0.17	0.17	31	0.00	0.23	0.23	1	0.01	0.33	0.33	5	0.01	0.27	0.27	1

Frame Text	Station m	progressiva m	CONCIO	PANNELLO E				PANNELLO F				PANNELLO G				PANNELLO H			
				η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.	η ₁	η ₃	η _c	comb.
1034	0.000	396.588	3	0.69	0.15	0.69	20	0.72	0.00	0.72	20	0.65	0.32	0.65	20	0.06	0.34	0.34	28
1034	1.375	397.963	3	0.63	0.14	0.63	20	0.65	0.00	0.65	20	0.59	0.29	0.59	20	0.06	0.31	0.31	28
1034	2.750	399.338	3	0.69	0.13	0.69	20	0.73	0.00	0.73	20	0.66	0.26	0.66	20	0.05	0.27	0.27	28
1034	4.125	400.713	3	0.62	0.12	0.62	20	0.66	0.00	0.66	20	0.60	0.24	0.60	20	0.04	0.26	0.26	20
1034	5.500	402.088	3	0.56	0.12	0.56	20	0.59	0.01	0.59	20	0.54	0.22	0.54	20	0.03	0.24	0.24	24
1035	0.000	402.088	2	0.87	0.27	0.87	20	0.93	0.01	0.93	20	0.79	0.46	0.79	20	0.05	0.30	0.30	24
1035	3.187	405.275	2	0.67	0.24	0.67	20	0.72	0.02	0.72	20	0.61	0.38	0.61	20	0.04	0.27	0.27	24
1035	6.375	408.463	2	0.51	0.22	0.51	28	0.54	0.03	0.54	20	0.46	0.29	0.46	20	0.01	0.26	0.26	18
1035	9.562	411.650	2	0.37	0.20	0.37	28	0.40	0.04	0.40	20	0.34	0.22	0.34	20	0.02	0.20	0.20	18
1035	12.750	414.838	2	0.01	0.26	0.26	32	0.27	0.06	0.27	28	0.01	0.35	0.35	18	0.06	0.22	0.22	18
1036	0.000	414.838	6	0.00	0.31	0.31	32	0.29	0.07	0.29	28	0.02	0.30	0.30	18	0.06	0.17	0.17	18
1036	3.375	418.213	6	0.32	0.21	0.32	1	0.34	0.08	0.34	9	0.03	0.22	0.22	18	0.14	0.11	0.14	1
1036	6.750	421.588	6	0.37	0.20	0.37	1	0.40	0.09	0.40	9	0.04	0.15	0.15	18	0.17	0.07	0.17	1
1036	10.125	424.963	6	0.42	0.15	0.42	1	0.45	0.10	0.45	9	0.02	0.18	0.18	13	0.19	0.01	0.19	1
1036	13.500	428.338	6	0.45	0.16	0.45	1	0.48	0.11	0.48	9	0.02	0.24	0.24	13	0.21	0.00	0.21	1
1037	0.000	428.338	6	0.45	0.14	0.45	1	0.48	0.11	0.48	9	0.02	0.26	0.26	13	0.21	0.03	0.21	1
1037	3.375	431.713	6	0.46	0.09	0.46	1	0.49	0.12	0.49	9	0.03	0.34	0.34	13	0.21	0.10	0.21	1
1037	6.750	435.088	6	0.45	0.06	0.45	1	0.48	0.13	0.48	9	0.03	0.42	0.42	13	0.16	0.21	0.21	13
1037	10.125	438.463	6	0.43	0.05	0.43	1	0.46	0.15	0.46	9	0.03	0.50	0.50	13	0.16	0.25	0.25	13
1037	13.500	441.838	6	0.39	0.06	0.39	1	0.42	0.15	0.42	9	0.04	0.49	0.49	7	0.14	0.28	0.28	13
1038	0.000	441.838	6	0.39	0.01	0.39	1	0.42	0.15	0.42	9	0.01	0.50	0.50	32	0.14	0.30	0.30	13
1038	3.803	445.641	6	0.32	0.01	0.32	1	0.34	0.16	0.34	9	0.04	0.49	0.49	17	0.12	0.34	0.34	13
1038	7.606	449.444	6	0.23	0.05	0.23	1	0.17	0.27	0.27	31	0.00	0.38	0.38	11	0.09	0.39	0.39	13
1038	11.409	453.247	6	0.12	0.07	0.12	1	0.08	0.29	0.29	31	0.01	0.87	0.55	13	0.04	0.45	0.45	13
1038	15.212	457.050	6	0.01	0.09	0.09	1	0.06	0.31	0.31	27	0.04	0.97	0.92	13	0.00	0.50	0.50	14

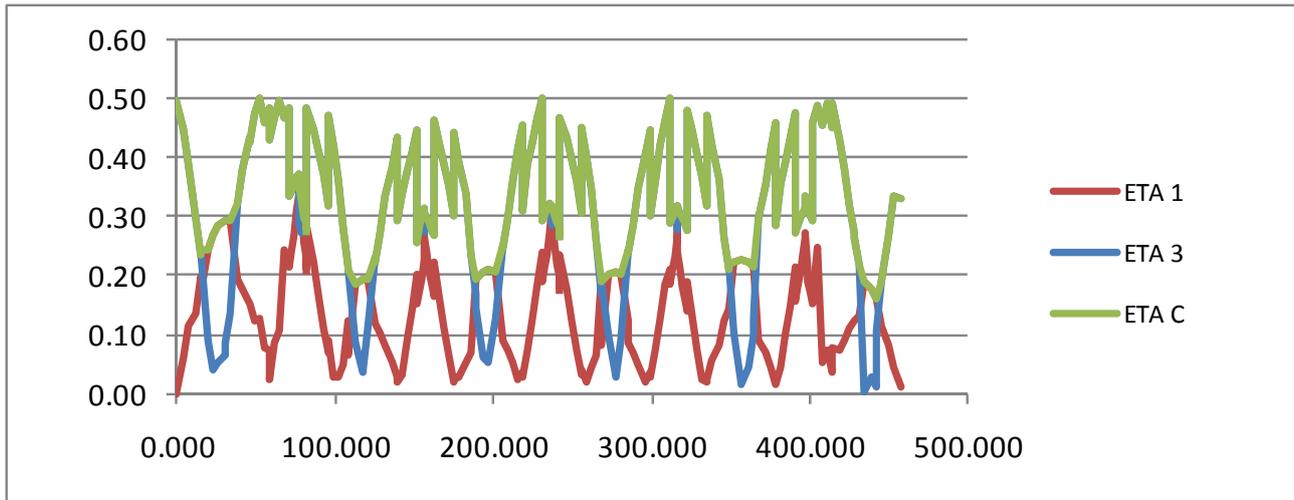
- Pannello A



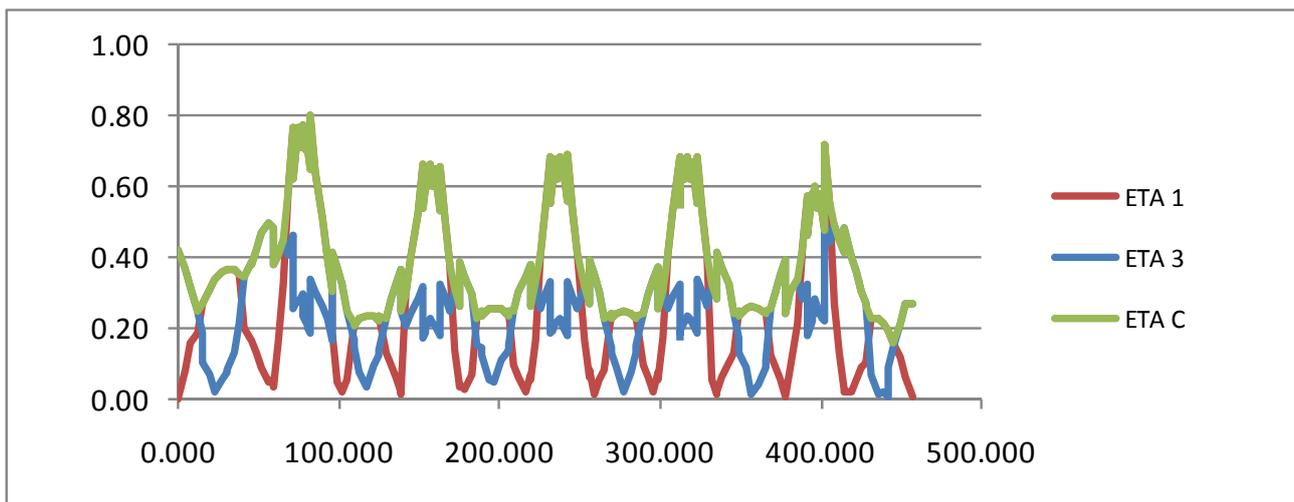
- Pannello B



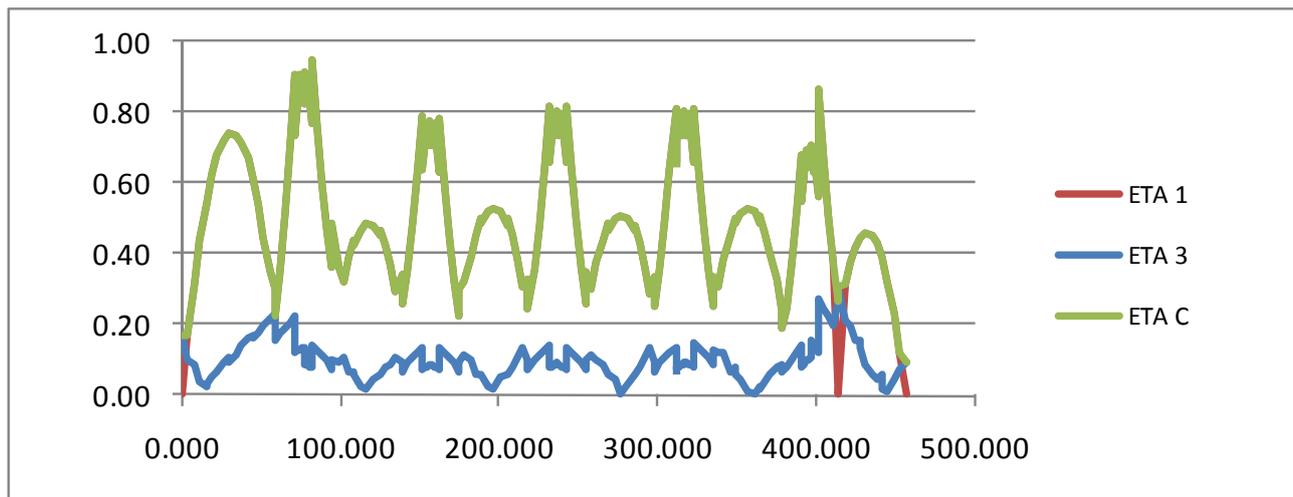
- Pannello C



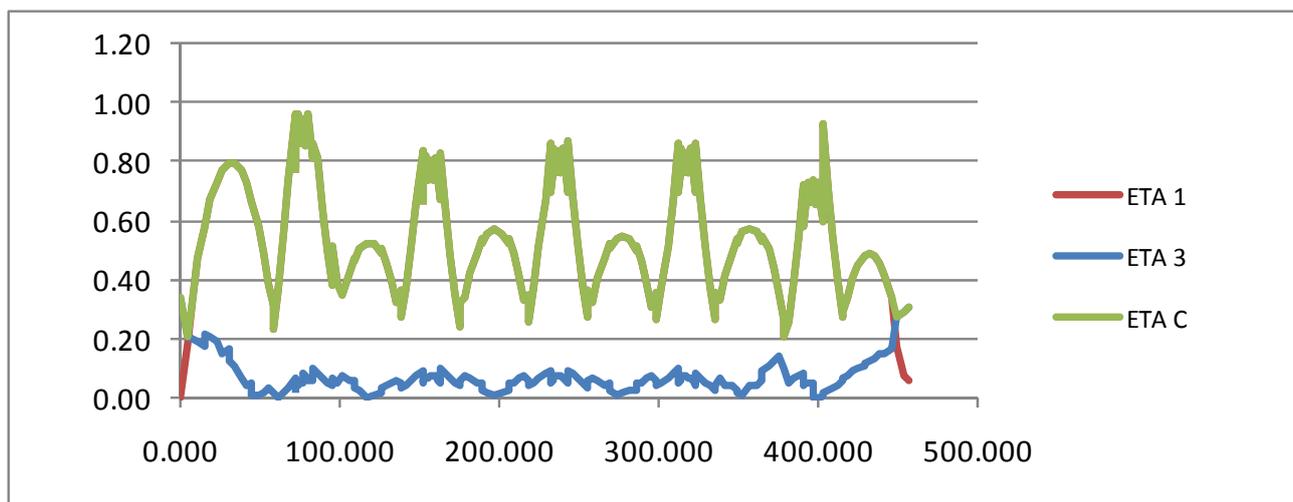
- Pannello D



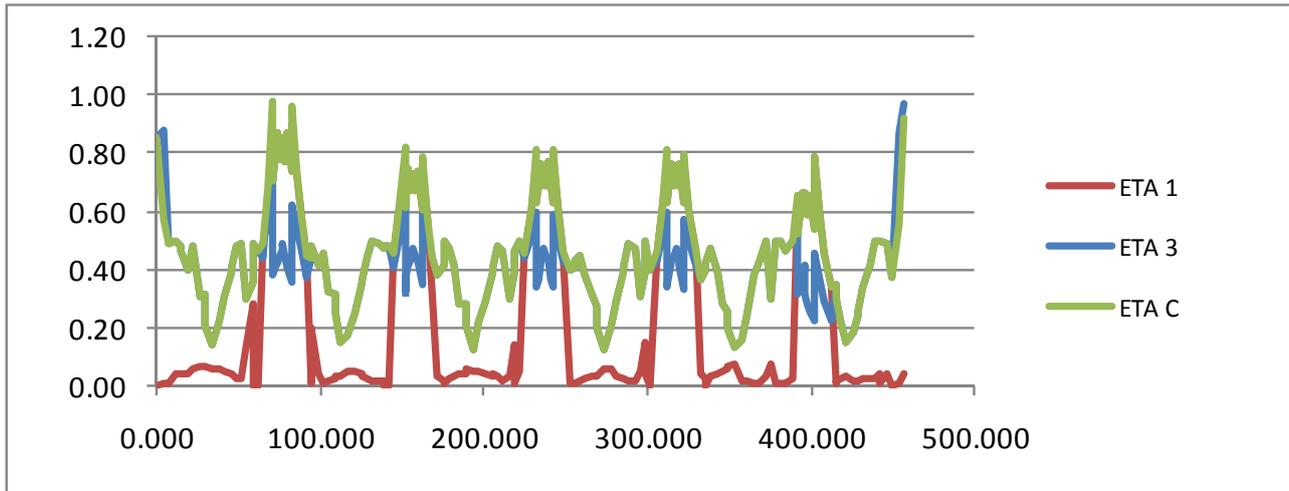
- Pannello E



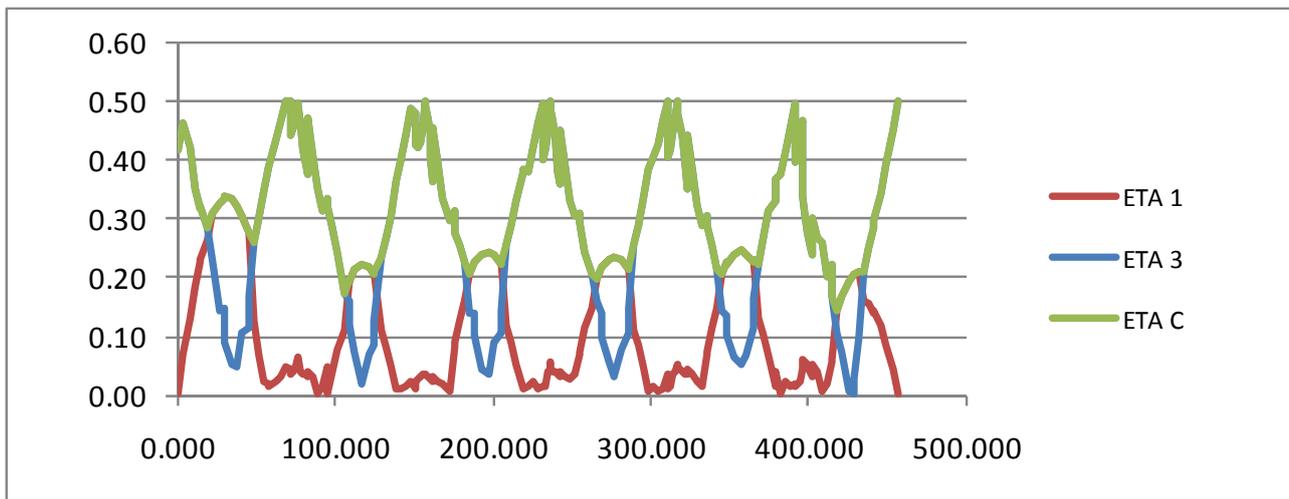
- Pannello F



- Pannello G



- Pannello H



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4 Verifica dei pannelli più sollecitati

6.2.1.4.1 Pannello A

Si riporta la verifica del pannello della tipologia A maggiormente sollecitato, relativo al concio 1 alla progressiva 30.138 m del modello di calcolo (frame 1002).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 9.

CONCIO 1

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
571.91	-378.58	-106.41	-19959.87	9295.42	148427.98

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	703132
I _x	1.24E+12
I _y	1.25E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	358671	5.81E+12	9.83E+08	-1.79E+09
B	6966	1257	6947	769	0	7805	1.55E+08	1.61E+09	-1.80E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	45048	1.82E+10	-1.23E+09	-2.23E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	47749	2.18E+10	-6.03E+08	-3.61E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	47811	2.19E+10	-5.07E+08	-1.14E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	47811	2.19E+10	-5.69E+08	9.75E+09
G	-1282	-2169	-7457	188	5	129489	4.55E+11	6.56E+09	1.68E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.16E+09	1.36E+09	1.82E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	15541	-156.227057	-149.46	1.08E+06	-2362.76	174.00	-3.66		18
B	7805	-156.23	-97.63	6.35E+05	-984.32	109.99	-18.61		16
C	45048	-97.63	116.97	1.64E+07	472.20	491.09	-1756.63		16
D	47749	116.97	243.66	1.82E+07	8648.83	544.83	-1153.46		16
E	47811	243.66	291.89	1.83E+07	12841.53	599.83	-441.12		16
F	47811	291.89	261.64	1.83E+07	13271.39	677.71	276.48		16
G	129489	261.64	-17.08	1.38E+08	15939.47	2201.56	19180.70		16
H	18746	-17.08	-104.34	2.50E+06	-1122.84	325.10	109.14		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

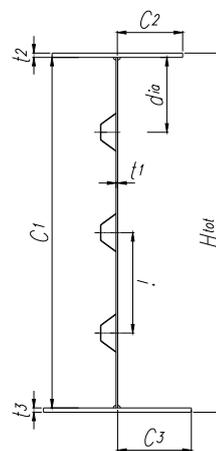
$N_{Ed} = -2362.76$ kN
 $M_{Ed} = -3.66$ kNm
 $V_{Ed} = 174$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355		
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	600	mm	
C1=	600	mm	
t1=	18	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
NirrJong=	2	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi,irrJong=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s.lorda}$	16127	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs.lorda}$	300.0	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s.lorda,y}$	4.451E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs.lorda}$	64.04	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s.lorda,z}$	1.90E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p.anima}$	16127	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p.anima}$	64.04	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p.anima}$	1.901E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ 1 Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	7.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	7.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	320.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	67.5	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	444.4	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	10662.7	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	612373.6	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	48.43	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	1.03E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-2362.76	kN	Sforzo normale di progetto	
$M_{Ed} =$	-3.66	kNm	Momento di progetto	
$V_{Ed} =$	174	kN	Taglio di progetto	
$h_w =$	600	mm	altezza pannello	
$t =$	18	mm	spessore pannello	
$N_{irr, long} =$	2		numero di irrigidimenti longitudinali	
$k_{tI} =$	10.214			
$k_{\tau} =$	13.096		coefficiente per instabilità a taglio	
$\eta =$	1.2			
$h_w/t =$	33.33		< 75,7241925948654 pannello verificato	
$\sigma_E =$	17.10	N/mm ²	tensione critica euleriana	
$\tau_{cr} =$	223.94	N/mm ²	tensione tangenziale critica	
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello	
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda	
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda	
$\lambda_w =$	0.30		coefficiente di snellezza	
$\chi_w =$	1.20		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello	
$M_{fk} =$	0.0	KNm	momento resistente di progetto	
$V_{bw, Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw, Rd} =$	2414.79	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_R + A_k) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f, red} =$	#DIV/0!	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	$V_{bf, Rd} =$	0.0	KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	2414.79	KN		
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b, Rd} =$	2414.8	KN	> 174 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.1			

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	6.250		
$\psi =$	0.967		
$y_{bar,tot} =$	64.04	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	1.90E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	593.16		
$\delta =$	0.493		
$k_{\sigma,p} =$	34.531		
$\sigma_{cr,e} =$	171.00	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	5904.87	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	150.0	mm	
$b_2 =$	450.0	mm	
$a_c =$	2523.32	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	8536.66	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	450.0	mm			
$b^1_1 =$	150.0	mm			
$b^1_2 =$	300.0	mm			
$a_{c1} =$	2213.92	mm		$b_c =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,sl1} =$	12804.99	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso	$b_{sl,i} =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,p1} =$	12804.99	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso		
$b^2 =$	450.0	mm			
$b^2_1 =$	300.0	mm			
$b^2_2 =$	150.0	mm			
$a_{c2} =$	2210.30	mm		$b_c =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,sl2} =$	12732.20	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso	$b_{sl,i} =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,p2} =$	12732.20		tensione critica di pannello II caso		
$b^3 =$	600.0	mm			
$b^3_1 =$	299.6	mm			
$b^3_2 =$	300.4	mm			
$a_{c3} =$	3462.14	mm		$b_c =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,sl3} =$	4514.38	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso	$b_{sl,i} =$	1.0 mm
$\sigma_{cr,p3} =$	4514.38		tensione critica di pannello III caso		
$\sigma_{cr,p} =$	4514.38	N/mm ²	tensione critica di pannello		
$\sigma_{cr,p} =$	4514.38	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	16127.00	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	5327.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t =$	8162.93	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	13489.93	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.8365		
$\lambda_p =$	0.2565		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	0.9669		
$\rho =$	1		

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	1.0	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,1} =$	1.0	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	6736.76	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	8.857E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	1937.78	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{\alpha,c} =$	1937.78	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	6736.76	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	0.428		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	114.66	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	73.10	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 =$	120.79	mm	
$e =$	120.79	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.585		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	0.6583		
$\chi^c =$	0.8633		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta =$	1.0000		
$\rho_c =$	1.000	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	18.00	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	7.00	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	7.00	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	16121.41	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	299.92	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	-0.08	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	4.55E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	1.52E+06	mm ³	modulo di resistenza "y"
$h_{a.Gy,eff} =$	6.41E+01		posizione lungo z asse baricentrico sezione lorda efficace
$I_{z,eff.} =$	1.46E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{z,eff.} =$	2.28E+06	mm ³	modulo di resistenza "z"
$N_{Ed} =$	-2362.8	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-3.66	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.44} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.44}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.44}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica elemento di PO

A_{sI}	10662.7 mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
b_0	150	
t	18 mm	
Le_1	2625 mezzeria	
Le_2	1875 appoggio	
α	1.72469536	
k_1	0.09855402	
k_2	0.13797563	
β_1	0.9414755	
β_2	0.50170146	
β_{k1}	0.99407414	
β_{k2}	0.90921954	
β_k	0.90921954	
f_y	355 MPa	Tensione di snervamento ($t \leq 40\text{mm}$)
γ_1	1.10	
N_{cr}	6.70E+07	
λ	0.29225224	
ϕ	0.55838857	
χ	0.84130195	
M_{zeq}	34020000	
M_y	-3660000	
N_{ed}	-2362760	
W_y	1.52E+06	
W_z	2.28E+06	

$$\eta_1 = 0.86$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.2 Pannello B

Si riporta la verifica del pannello della tipologia B maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 71.388 m del modello di calcolo (frame 1004).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 22.

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
13.70	12402.83	-743.71	-12984.90	16042.17	-126365.62

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	103.305935	98.83	1.20E+06	1692.31	-2.06	2.69		20
B	9756	103.31	60.23	7.93E+05	797.88	1023.51	17.08		20
C	53937	60.23	-95.45	2.00E+07	-948.88	4857.51	1554.76		20
D	57312	-95.45	-185.07	2.28E+07	-8037.45	4239.84	1023.35		20
E	57390	-185.07	-216.60	2.29E+07	-11524.79	2032.48	361.10		20
F	57390	-216.60	-190.37	2.29E+07	-11676.96	-605.63	-300.38		20
G	155927	-190.37	25.03	1.72E+08	-12887.59	-10789.86	-18498.84		20
H	18746	25.03	88.26	2.90E+06	1062.25	-1776.95	-91.53		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

$N_{Ed} = 797.88$ kN
 $M_{Ed} = 17.08$ kNm
 $V_{Ed} = 1023.51$ kN

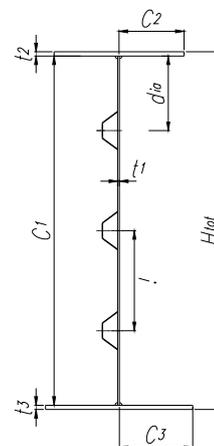
Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio: ▼

E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio
ν	0.3	Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)
S.L.U γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	464	mm	
C1=	464	mm	
t1=	20	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
N _{irr,long} =	0	numero di irrigidimenti longitudinali	
h _{i,irr,long} =	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{s.lorda} =	9280	mm ²	area sezione lorda
Z _{Gs.lorda} =	232.0	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
I _{s.lorda,y} =	1.665E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
Y _{Gs.lorda} =	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
I _{s.lorda,z} =	3.09E+05	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
A _{p.anima} =	9280	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
Y _{p.anima} =	0.00	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
I _{p.anima} =	3.093E+05	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ 1 Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	317.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	75.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	499.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	15043.8	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	1103991.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	63.39	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	1.70E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	797.88	kN	Sforzo normale di progetto	
$M_{Ed} =$	17.08	kNm	Momento di progetto	
$V_{Ed} =$	1023.51	kN	Taglio di progetto	
$h_w =$	464	mm	altezza pannello	
$t =$	20	mm	spessore pannello	
$N_{irr, long} =$	0		numero di irrigidimenti longitudinali	
$k_{tl} =$	0.000			
$k_\tau =$	5.401		coefficiente per instabilità a taglio	
$\eta =$	1.2			
$h_w/t =$	23.20		< 48.6 pannello verificato	
$\sigma_E =$	35.30	N/mm ²	tensione critica euleriana	
$\tau_{cr} =$	190.67	N/mm ²	tensione tangenziale critica	
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello	
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda	
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda	
$\lambda_w =$	0.33		coefficiente di snellezza	
$\chi_w =$	1.20		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello	
$M_{fk} =$	0.0	KNm	momento resistente di progetto	
$V_{bw, Rd} =$	$\frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	2074.93	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} =$	$\frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	#DIV/0!	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} =$	$\frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	0.0	KN	contributo resistente delle piattabande
	$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	2074.93	KN	
$V_{b, Rd} =$	$V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	2074.9	KN	> 1023.51 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.5			

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	-	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	9280.00	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	232.00	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	0.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	1.66E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-7.18E+05	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	797.9	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	17.08	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.18} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.18}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.49}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.3 Pannello C

Si riporta la verifica del pannello della tipologia C maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 311.516 m del modello di calcolo (frame 1025).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 5.

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
-143.72	10905.26	-607.34	-8039.65	10132.81	-91904.97

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	75.8829264	72.59	1.20E+06	1239.85	-31.40	1.97		20
B	9756	75.88	44.55	7.93E+05	585.71	876.33	12.43		20
C	53937	44.55	-68.81	2.00E+07	-664.09	4164.95	1132.20		20
D	57312	-68.81	-134.23	2.28E+07	-5828.68	3617.25	746.92		20
E	57390	-134.23	-157.41	2.29E+07	-8378.91	1679.22	265.54		20
F	57390	-157.41	-138.59	2.29E+07	-8504.22	-639.67	-215.53		20
G	155927	-138.59	17.40	1.72E+08	-9476.42	-9794.50	-13397.07		20
H	18746	17.40	63.45	2.90E+06	754.51	-1607.65	-66.66		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

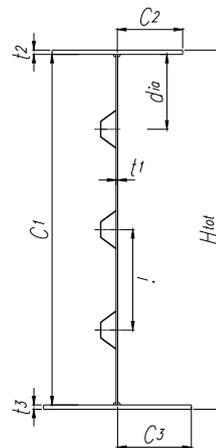
$N_{Ed} = -664.09$ kN
 $M_{Ed} = 1132.2$ kNm
 $V_{Ed} = 4164.95$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355	<input type="button" value="▼"/>	
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2160	mm	
C1=	2160	mm	
t1=	20	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
NirrJong=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
$h_{i,irrJong} =$	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s.lorda} =$	58032.8	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs.lorda} =$	1098.8	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s.lorda,y} =$	2.263E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs.lorda} =$	34.29	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s.lorda,z} =$	2.62E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p.anima} =$	58032.8	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p.anima} =$	34.29	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p.anima} =$	2.622E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ **4** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	200.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	100.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	499.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	13704.2	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	634548.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	36.30	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	6.45E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-664.09	kN	Sforzo normale di progetto	
$M_{Ed} =$	1132.2	kNm	Momento di progetto	
$V_{Ed} =$	4164.95	kN	Taglio di progetto	
$h_w =$	2160	mm	altezza pannello	
$t =$	20	mm	spessore pannello	
$N_{irr, long} =$	4		numero di irrigidimenti longitudinali	
$k_{tl} =$	13.130			
$k_t =$	19.797		coefficiente per instabilità a taglio	
$\eta =$	1.2			
$h_w/t =$	108.00		> 93.1032474414717 verifica necessaria!	
$\sigma_E =$	1.63	N/mm ²	tensione critica euleriana	
$\tau_{cr} =$	32.25	N/mm ²	tensione tangenziale critica	
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello	
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda	
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda	
$\lambda_w =$	0.80		coefficiente di snellezza	
$\chi_w =$	1.04		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello	
$M_{fk} =$	0.0	KNm	momento resistente di progetto	
$V_{bw, Rd} =$	$V_{bw, Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	8338.14	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} =$	$M_{f, red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	#DIV/0!	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} =$	$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	0.0	KN	contributo resistente delle piattabande
	$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	9659.17	KN	
$V_{b, Rd} =$	$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	8338.1	KN	> 4164.95 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.5			

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.736		
$\psi =$	0.500		
$y_{bar,tot} =$	34.29	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,to,t,z} =$	2.62E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	165.72		
$\delta =$	0.343		
$k_{\sigma,p} =$	55.564		
$\sigma_{cr,e} =$	16.29	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	905.11	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	193.0	mm	
$b_2 =$	1967.0	mm	
$a_c =$	3610.13	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	1831.77	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	663.0	mm		
$b^1_1 =$	193.0	mm		
$b^1_2 =$	470.0	mm		
$a_{c1} =$	2370.85	mm		$b_c = 1289.9$ mm
$\sigma_{cr,sl1} =$	7666.15	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso	$b_{sl,1} = 1096.9$ mm
$\sigma_{cr,p1} =$	9014.96	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso	
$b^2 =$	1967.0	mm		
$b^2_1 =$	470.0	mm		
$b^2_2 =$	1497.0	mm		
$a_{c2} =$	5169.55	mm		$b_c = 1289.9$ mm
$\sigma_{cr,sl2} =$	891.07	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso	$b_{sl,1} = 626.9$ mm
$\sigma_{cr,p2} =$	1833.38		tensione critica di pannello II caso	
$b^3 =$	2160.0	mm		
$b^3_1 =$	406.6	mm		
$b^3_2 =$	1753.4	mm		
$a_{c3} =$	5966.17	mm		$b_c = 1289.9$ mm
$\sigma_{cr,sl3} =$	871.18	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso	$b_{sl,1} = 883.3$ mm
$\sigma_{cr,p3} =$	1272.24		tensione critica di pannello III caso	
$\sigma_{cr,p} =$	1272.24	N/mm ²	tensione critica di pannello	
$\sigma_{cr,p} =$	1272.24	N/mm ²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	31421.33	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	7416.40	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho^{loc} b_{e,loc} t =$	16518.88	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	23935.28	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.7618		
$\lambda_p =$	0.4610		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	-0.6745		
$\rho =$	1		

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	1289.9	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1096.9	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	10032.92	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	5.794E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	851.11	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{\alpha,c} =$	1000.86	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	10032.92	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	0.596		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	75.99	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	45.89	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 =$	88.27	mm	
$e =$	88.27	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.595		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	0.7949		
$\chi^c =$	0.7567		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta =$	0.2711	
$\rho_c =$	0.871	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	17.42	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	12.02	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	9.58	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	54825.83	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	1065.67	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	-33.11	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.14E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-1.95E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-664.1	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	1132.20	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot \frac{f_y \cdot A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\gamma_{M0} \cdot \frac{f_y \cdot W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.21} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.21}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.50}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.4 Pannello D

Si riporta la verifica del pannello della tipologia D maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 82.388 m del modello di calcolo (frame 1007).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 20

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
33.18	-9397.65	676.66	-846.57	14373.84	-146324.44

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	121.673925	116.40	1.20E+06	1993.57	87.65	3.16		20
B	9756	121.67	71.78	7.93E+05	944.10	-702.55	19.79		20
C	53937	71.78	-108.87	2.00E+07	-997.84	-3344.66	1804.25		20
D	57312	-108.87	-213.28	2.28E+07	-9229.11	-2849.93	1192.22		20
E	57390	-213.28	-250.48	2.29E+07	-13305.31	-1178.45	426.11		20
F	57390	-250.48	-220.82	2.29E+07	-13521.59	820.86	-339.80		20
G	155927	-220.82	26.79	1.72E+08	-15120.38	9181.09	-21264.49		20
H	18746	26.79	100.18	2.90E+06	1190.87	1486.29	-106.24		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

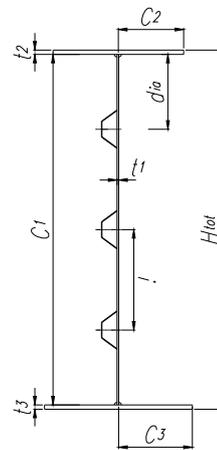
$N_{Ed} = -9229.11$ kN
 $M_{Ed} = 1192.22$ kNm
 $V_{Ed} = -2849.93$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355	<input type="button" value="▼"/>	
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2345	mm	
C1=	2345	mm	
t1=	20	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
NirrJong=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
$h_{i,irrJong} =$	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda} =$	61732.8	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda} =$	1172.1	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y} =$	2.752E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda} =$	32.24	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z} =$	2.66E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima} =$	61732.8	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima} =$	32.24	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima} =$	2.665E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ **4** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	200.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	100.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	499.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	13704.2	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	634548.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	36.30	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	6.45E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-9229.11	kN	Sforzo normale di progetto	
$M_{Ed} =$	1192.22	kNm	Momento di progetto	
$V_{Ed} =$	-2849.93	kN	Taglio di progetto	
$h_w =$	2345	mm	altezza pannello	
$t =$	20	mm	spessore pannello	
$N_{irr, long} =$	4		numero di irrigidimenti longitudinali	
$k_{tl} =$	13.402			
$k_{\tau} =$	20.307		coefficiente per instabilità a taglio	
$\eta =$	1.2			
$h_w/t =$	117.25		> 94.2939263260789 verifica necessaria!	
$\sigma_E =$	1.38	N/mm ²	tensione critica euleriana	
$\tau_{cr} =$	28.06	N/mm ²	tensione tangenziale critica	
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello	
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda	
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda	
$\lambda_w =$	0.86		coefficiente di snellezza	
$\chi_w =$	0.97		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello	
$M_{fk} =$	0.0	KNm	momento resistente di progetto	
$V_{bw, Rd} =$	$\frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	8444.77	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} =$	$\frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	#DIV/0!	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} =$	$\frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	0.0	KN	contributo resistente delle piattabande
	$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	10486.47	KN	
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq$	$\frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	8444.8	KN	> 2849.93 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.3			

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.599		
$\psi =$	2.029		
$y_{bar,tot} =$	32.24	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	2.66E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	155.10		
$\delta =$	0.316		
$k_{\sigma,p} =$	30.926		
$\sigma_{cr,e} =$	13.82	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	427.42	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	345.0	mm	
$b_2 =$	2000.0	mm	
$a_c =$	4847.43	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	1036.64	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	821.0	mm		
$b^1_1 =$	345.0	mm		
$b^1_2 =$	476.0	mm		
$a_{c1} =$	3074.33	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl1} =$	3836.98	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p1} =$	3836.98	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso	
$b^2 =$	2000.0	mm		
$b^2_1 =$	476.0	mm		
$b^2_2 =$	1524.0	mm		
$a_{c2} =$	5262.98	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl2} =$	827.79	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p2} =$	827.79		tensione critica di pannello II caso	
$b^3 =$	2345.0	mm		
$b^3_1 =$	578.3	mm		
$b^3_2 =$	1766.7	mm		
$a_{c3} =$	7077.19	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl3} =$	747.08	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p3} =$	747.08		tensione critica di pannello III caso	
$\sigma_{cr,p} =$	747.08	N/mm ²	tensione critica di pannello	
$\sigma_{cr,p} =$	427.42	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c = 61732.80$	mm^2	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff} = 14832.80$	mm^2	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho^{loc} b_{c,loc} t = 39912.96$	mm^2	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} = 54745.76$	mm^2	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p = 0.8868$		
$\lambda_p = 0.8582$		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi = 0.4929$		
$\rho = 0.904371$		

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 1.0$	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} = 1.0$	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 11924.05$	mm^2	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 6.189E+07$	mm^4	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 765.00$	N/mm^2	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} = 765.00$	N/mm^2	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff} = 11924.05$	mm^2	
$\beta_{A,c}^c = 1.0000$		
$\lambda_c = 0.681$		snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 72.04$	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 = 38.61$	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 = 95.55$	mm	
$e = 95.55$	mm	
$\alpha = 0.49$		fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.609$		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.8786$		
$\chi^c = 0.6976$		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta = 0.0000$		
$\rho_c = 0.698$	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	13.95	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	9.63	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	7.67	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	44974.51	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	1171.11	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	-1.03	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.21E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-1.88E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-9229.1	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	1192.22	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.80} < 1 \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.80}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.80}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.5 Pannello E

Si riporta la verifica del pannello della tipologia E maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 82.388 m del modello di calcolo (frame 1007).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 20

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
33.18	-9397.65	676.66	-846.57	14373.84	-146324.44

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	121.673925	116.40	1.20E+06	1993.57	87.65	3.16		20
B	9756	121.67	71.78	7.93E+05	944.10	-702.55	19.79		20
C	53937	71.78	-108.87	2.00E+07	-997.84	-3344.66	1804.25		20
D	57312	-108.87	-213.28	2.28E+07	-9229.11	-2849.93	1192.22		20
E	57390	-213.28	-250.48	2.29E+07	-13305.31	-1178.45	426.11		20
F	57390	-250.48	-220.82	2.29E+07	-13521.59	820.86	-339.80		20
G	155927	-220.82	26.79	1.72E+08	-15120.38	9181.09	-21264.49		20
H	18746	26.79	100.18	2.90E+06	1190.87	1486.29	-106.24		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

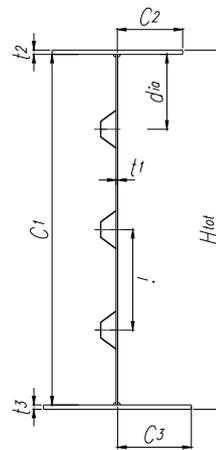
$N_{Ed} = -13305.31$ kN
 $M_{Ed} = 426.11$ kNm
 $V_{Ed} = -1178.45$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355	<input type="button" value="v"/>	
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2349	mm	
C1=	2349	mm	
t1=	20	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, long=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
$h_{i, irr, long} =$	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s, lorda} =$	61812.8	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs, lorda} =$	1173.4	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s, lorda, y} =$	2.762E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs, lorda} =$	32.19	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s, lorda, z} =$	2.67E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p, anima} =$	61812.8	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p, anima} =$	32.19	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p, anima} =$	2.665E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ **4** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	200.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	100.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	499.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	13704.2	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	634548.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	36.30	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	6.45E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -13305.31$	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = 426.11$	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = -1178.45$	kN	Taglio di progetto
$h_w = 2349$	mm	altezza pannello
$t = 20$	mm	spessore pannello
$N_{irr, long} = 4$		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tI} = 13.408$		
$k_t = 20.318$		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$		
$h_w/t = 117.45$	> 94.3195838161918	verifica necessaria!
$\sigma_E = 1.38$	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 27.98$	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 0.86$		coefficiente di snellezza
$\chi_w = 0.96$		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} = 0.0$	KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw, Rd} = 8447.07$	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} = \#DIV/0!$	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} = 0.0$	KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 10504.35$	KN	
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	8447.1	KN
		> 1178.45 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 = 0.1$		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.596		
$\psi =$	1.184		
$y_{bar,tot} =$	32.19	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	2.67E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	154.88		
$\delta =$	0.316		
$k_{\sigma,p} =$	42.998		
$\sigma_{cr,e} =$	13.77	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	592.23	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	349.0	mm	
$b_2 =$	2000.0	mm	
$a_c =$	4878.01	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	1022.24	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	830.0	mm		
$b^1_1 =$	349.0	mm		
$b^1_2 =$	481.0	mm		
$a_{c1} =$	3102.78	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl1} =$	3721.77	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p1} =$	3721.77	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso	
$b^2 =$	2000.0	mm		
$b^2_1 =$	481.0	mm		
$b^2_2 =$	1519.0	mm		
$a_{c2} =$	5284.87	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl2} =$	819.53	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p2} =$	819.53		tensione critica di pannello II caso	
$b^3 =$	2349.0	mm		
$b^3_1 =$	588.2	mm		
$b^3_2 =$	1760.8	mm		
$a_{c3} =$	7127.69	mm		$b_c = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,sl3} =$	740.42	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso	$b_{sl,1} = 1.0$ mm
$\sigma_{cr,p3} =$	740.42		tensione critica di pannello III caso	
$\sigma_{cr,p} =$	740.42	N/mm ²	tensione critica di pannello	
$\sigma_{cr,p} =$	592.23	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	61812.80	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	14832.80	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho^{loc} b_{c,loc} t =$	39581.33	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	54414.13	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.8803		
$\lambda_p =$	0.7264		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	0.8447		
$\rho =$	0.975889		

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	1.0	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1.0	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	12059.11	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	6.213E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	759.31	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} =$	759.31	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	12059.11	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	0.684		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	71.78	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	38.18	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 =$	95.98	mm	
$e =$	95.98	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.610		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	0.8814		
$\chi^c =$	0.6956		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta =$	0.0000		
$\rho_c =$	0.696	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	13.91	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	9.60	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	7.65	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	44635.63	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	1173.55	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	0.19	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.22E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-1.89E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-13305.3	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	426.11	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.95} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.95}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.95}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.6 Pannello F

Si riporta la verifica del pannello della tipologia F maggiormente sollecitato, relativo al concio 3 alla progressiva 79.638 m del modello di calcolo (frame 1006).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 20

CONCIO 3

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
38.36	-10434.34	726.53	-1557.86	16821.41	-173600.99

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	1034761
I _x	1.89E+12
I _y	1.86E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	455603	7.28E+12	1.50E+09	-2.67E+09
B	6966	1257	6947	769	0	14634	2.90E+08	2.45E+09	-2.68E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	76157	3.13E+10	-1.87E+09	-3.32E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	81220	3.87E+10	-9.22E+08	-5.38E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	81337	3.89E+10	-7.75E+08	-1.70E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	81337	3.89E+10	-8.70E+08	1.45E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	222020	8.08E+11	1.00E+10	2.50E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	22453	1.61E+09	2.07E+09	2.71E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	19742	109.271565	104.54	1.50E+06	2111.19	103.20	3.55		25
B	14634	109.27	64.47	1.19E+06	1271.83	-775.63	26.65		30
C	76157	64.47	-97.75	2.82E+07	-1264.44	-3694.25	2287.67		30
D	81220	-97.75	-191.51	3.24E+07	-11744.17	-3144.85	1517.24		30
E	81337	-191.51	-224.93	3.25E+07	-16933.06	-1289.98	542.36		30
F	81337	-224.93	-198.29	3.25E+07	-17208.63	929.58	-432.39		30
G	222020	-198.29	24.04	2.45E+08	-19334.64	10248.08	-27187.73		30
H	22453	24.04	89.95	3.47E+06	1280.56	1658.73	-114.26		20

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

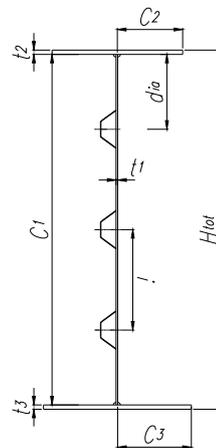
$N_{Ed} = -17208.63$ kN
 $M_{Ed} = -432.39$ kNm
 $V_{Ed} = 929.58$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355	<input type="button" value="▼"/>	
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2349	mm	
C1=	2349	mm	
t1=	30	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
NirrJong=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
$h_{i,irrJong} =$	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda} =$	84310.8	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda} =$	1173.7	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y} =$	3.802E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda} =$	21.62	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z} =$	2.58E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima} =$	84310.8	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima} =$	21.62	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima} =$	2.578E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima 3 Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	190.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	90.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	742.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	25744.2	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	841803.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	17.70	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	6.66E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -17208.63$	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = -432.39$	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = 929.58$	kN	Taglio di progetto
$h_w = 2349$	mm	altezza pannello
$t = 30$	mm	spessore pannello
$N_{irr, long} = 4$		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 5.513$		
$k_t = 12.423$		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$		
$h_w/t = 78.30$		> 73.7514512070396 verifica necessaria!
$\sigma_E = 3.10$	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 38.50$	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 0.73$		coefficiente di snellezza
$\chi_w = 1.13$		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} = 0.0$	KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw, Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw, Rd} = 14861.32$	KN contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f, red} = \#DIV/0!$	KNm momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	$V_{bf, Rd} = 0.0$	KN contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	15756.53	KN
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b, Rd} = 14861.3$	KN > 929.58 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.06	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.596		
$\psi =$	0.877		
$y_{\text{bar.tot}} =$	21.62	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,\text{tot},z} =$	2.58E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	44.39		
$\delta =$	0.196		
$k_{\sigma,p} =$	16.402		
$\sigma_{cr,e} =$	30.99	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	508.30	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	343.0	mm	
$b_2 =$	2006.0	mm	
$a_c =$	3555.98	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	1261.10	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	817.0	mm	
$b^1_1 =$	343.0	mm	
$b^1_2 =$	474.0	mm	
$a_{c1} =$	2250.86	mm	
$\sigma_{cr,sl1} =$	5337.05	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso
$\sigma_{cr,p1} =$	5337.05	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso
$b^2 =$	2006.0	mm	
$b^2_1 =$	474.0	mm	
$b^2_2 =$	1532.0	mm	
$a_{c2} =$	3852.77	mm	
$\sigma_{cr,sl2} =$	920.66	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso
$\sigma_{cr,p2} =$	920.66		tensione critica di pannello II caso
$b^3 =$	2349.0	mm	
$b^3_1 =$	579.0	mm	
$b^3_2 =$	1770.0	mm	
$a_{c3} =$	5197.02	mm	
$\sigma_{cr,sl3} =$	636.05	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso
$\sigma_{cr,p3} =$	636.05		tensione critica di pannello III caso
$\sigma_{cr,p} =$	636.05	N/mm ²	tensione critica di pannello
$\sigma_{cr,p} =$	508.30	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	84310.80	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	13840.80	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho^{loc} b_{e,loc} t =$	60293.49	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	74134.29	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.8793		
$\lambda_p =$	0.7836		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	0.8771		
$\rho =$	0.928842		

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	1.0	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1.0	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	15797.92	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	6.094E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	568.51	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} =$	568.51	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	15797.92	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	0.790		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	62.11	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	25.56	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 =$	106.12	mm	
$e =$	106.12	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.644		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	1.0022		
$\chi^c =$	0.6178		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta =$	0.0000		
$\rho_c =$	0.618	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	18.53	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	8.53	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	6.80	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	55925.28	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	1173.79	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	0.07	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.86E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	2.43E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-17208.6	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-432.39	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.96} < 1 \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.96}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.96}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.7 Pannello G

Si riporta la verifica del pannello della tipologia G maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 71.388 m del modello di calcolo (frame 1004).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 22

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
13.70	12402.83	-743.71	-12984.90	16042.17	-126365.62

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	103.305935	98.83	1.20E+06	1692.31	-2.06	2.69		20
B	9756	103.31	60.23	7.93E+05	797.88	1023.51	17.08		20
C	53937	60.23	-95.45	2.00E+07	-948.88	4857.51	1554.76		20
D	57312	-95.45	-185.07	2.28E+07	-8037.45	4239.84	1023.35		20
E	57390	-185.07	-216.60	2.29E+07	-11524.79	2032.48	361.10		20
F	57390	-216.60	-190.37	2.29E+07	-11676.96	-605.63	-300.38		20
G	155927	-190.37	25.03	1.72E+08	-12887.59	-10789.86	-18498.84		20
H	18746	25.03	88.26	2.90E+06	1062.25	-1776.95	-91.53		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

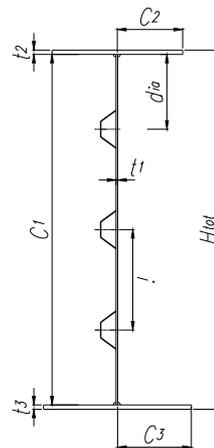
$N_{Ed} = -12887.59$ kN
 $M_{Ed} = -18498.84$ kNm
 $V_{Ed} = -10789.86$ kN

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355 <input type="button" value="▼"/>		
E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio	
ν	0.3	Coefficiente di Poisson	
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio	
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)	
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)	
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	6457	mm	
C1=	6457	mm	
t1=	20	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	3	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, long=	10	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi, irr, long=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s, lorda}$ =	163742	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs, lorda}$ =	3163.3	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s, lorda, y}$ =	5.480E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs, lorda}$ =	26.77	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s, lorda, z}$ =	5.72E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p, anima}$ =	163742	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p, anima}$ =	26.77	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p, anima}$ =	5.721E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ 4 Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	13.8	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	11.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	190.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	90.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	499.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	13456.2	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	572901.9	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	32.58	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	5.46E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -12887.59$	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = -18498.84$	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = -10789.86$	kN	Taglio di progetto
$h_w = 6457$	mm	altezza pannello
$t = 20$	mm	spessore pannello
$N_{irr, long} = 10$		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 30.268$		
$k_\tau = 50.100$		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$		
$h_w/t = 322.85$	> 148.109799855408	verifica necessaria!
$\sigma_E = 0.18$	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 9.13$	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 1.51$		coefficiente di snellezza
$\chi_w = 0.62$		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} = 0.0$	KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw, Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw, Rd} = 14945.78$	KN contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f, red} = \#DIV/0!$	KNm momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	$V_{bf, Rd} = 0.0$	KN contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	28874.67	KN
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b, Rd} = 14945.8$	KN > 10789.86 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.7	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	0.581		
$\psi =$	0.500		
$y_{bar,tot} =$	26.77	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	5.72E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	120.94		
$\delta =$	0.268		
$k_{\sigma,p} =$	378.108		
$\sigma_{cr,e} =$	1.82	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	689.24	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	343.0	mm	
$b_2 =$	6114.0	mm	
$a_c =$	6293.49	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	744.99	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	819.0	mm		
$b^1_1 =$	343.0	mm		
$b^1_2 =$	476.0	mm		
$a_{c1} =$	2942.52	mm		$b_c = 5494.8$ mm
$\sigma_{cr,sl1} =$	6023.86	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso	$b_{sl,1} = 5151.8$ mm
$\sigma_{cr,p1} =$	6424.92	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso	
$b^2 =$	6114.0	mm		
$b^2_1 =$	476.0	mm		
$b^2_2 =$	5638.0	mm		
$a_{c2} =$	7338.97	mm		$b_c = 5494.8$ mm
$\sigma_{cr,sl2} =$	586.26	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso	$b_{sl,1} = 4675.8$ mm
$\sigma_{cr,p2} =$	688.94		tensione critica di pannello II caso	
$b^3 =$	6457.0	mm		
$b^3_1 =$	577.2	mm		
$b^3_2 =$	5879.8	mm		
$a_{c3} =$	9601.97	mm		$b_c = 5494.8$ mm
$\sigma_{cr,sl3} =$	611.12	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso	$b_{sl,1} = 4917.7$ mm
$\sigma_{cr,p3} =$	682.85		tensione critica di pannello III caso	
$\sigma_{cr,p} =$	682.85	N/mm ²	tensione critica di pannello	
$\sigma_{cr,p} =$	689.24	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c = 137728.97$	mm^2	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff} = 31141.80$	mm^2	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho^{loc} b_{c,loc} t = 100634.49$	mm^2	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} = 131776.29$	mm^2	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p = 0.9568$		
$\lambda_p = 0.7020$		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi = -0.1751$		
$\rho = 1$		

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 5494.8$	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} = 5151.8$	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 11666.49$	mm^2	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 5.242E+07$	mm^4	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 662.23$	N/mm^2	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} = 706.32$	N/mm^2	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff} = 11666.49$	mm^2	
$\beta_{A,c}^c = 1.0000$		
$\lambda_c = 0.709$		snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 67.03$	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 = 34.61$	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 = 92.07$	mm	
$e = 92.07$	mm	
$\alpha = 0.49$		fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.614$		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.9075$		
$\chi^c = 0.6785$		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta = 0.0000$		
$\rho_c = 0.678$	$= (\rho - \chi_c) \zeta (2 - \zeta) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	13.57	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	9.36	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	7.46	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	120927.88	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	3335.29	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	172.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	4.43E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	1.33E+08	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-12887.6	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-18498.84	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.78} < 1 \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.78}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.97}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.1.4.8 Pannello H

Si riporta la verifica del pannello della tipologia H maggiormente sollecitato, relativo al concio 4 alla progressiva 68.200 m del modello di calcolo (frame 1004).

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 21

CONCIO 4

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
8.65	11503.50	-694.45	-12958.04	13553.68	-87796.77

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	796824
I _x	1.43E+12
I _y	1.43E+13

Pannello	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	n. irr	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)	W _x (x ₂ ; y ₂)	W _y (x ₂ ; y ₂)
A	-6877	911	6966	1257	20	386366	6.17E+12	1.14E+09	-2.05E+09
B	6966	1257	6947	769	0	9756	1.93E+08	1.86E+09	-2.05E+09
C	6947	769	5613	-1008	2	53937	2.22E+10	-1.42E+09	-2.54E+09
D	5613	-1008	3461	-2049	2	57312	2.73E+10	-6.97E+08	-4.12E+09
E	3461	-2049	1097	-2435	2	57390	2.74E+10	-5.87E+08	-1.30E+10
F	1097	-2435	-1282	-2169	2	57390	2.74E+10	-6.59E+08	1.11E+10
G	-1282	-2169	-7457	188	5	155927	5.68E+11	7.59E+09	1.91E+09
H	-7457	188	-6877	911	2	18746	1.34E+09	1.57E+09	2.08E+09

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)	sp. (mm)
A	16742	70.5998472	67.54	1.20E+06	1156.52	5.87	1.84		20
B	9756	70.60	40.67	7.93E+05	542.90	955.63	11.87		20
C	53937	40.67	-67.26	2.00E+07	-716.48	4534.02	1077.97		20
D	57312	-67.26	-129.17	2.28E+07	-5628.22	3962.76	706.86		20
E	57390	-129.17	-150.67	2.29E+07	-8029.36	1914.93	246.32		20
F	57390	-150.67	-132.05	2.29E+07	-8112.12	-532.00	-213.30		20
G	155927	-132.05	18.65	1.72E+08	-8839.29	-9923.22	-12942.17		20
H	18746	18.65	62.49	2.90E+06	760.69	-1635.94	-63.45		16

Le caratteristiche geometriche e inerziali si riferiscono alla sezione dell'impalcato stradale, ad eccezione dell'area A, del momento d'inerzia I_{lg} e del modulo di resistenza W_{lg} che sono propri dei singoli sottopannelli, calcolati rispetto l'asse baricentrico ortogonale al pannello stesso.

Ai fini della verifica di instabilità di piastra gli irrigidimenti di tipo chiuso (a canaletta) sono stati sostituiti da equivalenti irrigidimenti di tipo aperto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Dati di progetto - pannelli soggetti a compressione

$N_{Ed} = 760.69$ kN
 $M_{Ed} = -63.45$ kNm
 $V_{Ed} = -1635.94$ kN

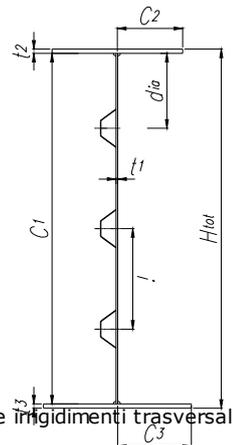
Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio: ▼

E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio
ν	0.3	Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)
S.L.U γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	915	mm	
C1=	915	mm	
t1=	16	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, Jong=	2	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi, irr, Jong=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3750	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s, lorda}$	18000	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs, lorda}$	450.5	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s, lorda, y}$	1.106E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs, lorda}$	14.56	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s, lorda, z}$	2.24E+07	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p, anima}$	18000	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p, anima}$	14.56	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p, anima}$	2.243E+07	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima _ 1 Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	12.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	-	mm	-
$h_i =$	140.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	-	mm	-
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	400.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	3750.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	8092.8	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	195782.4	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	16.19	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	1.10E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica di stabilità a taglio pannello d'anima

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	760.69	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-63.45	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	-1635.94	kN	Taglio di progetto
$h_w =$	915	mm	altezza pannello
$t =$	16	mm	spessore pannello
$N_{irr, long} =$	2		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} =$	3.786		
$k_t =$	8.504		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	57.19		< 61.0209314583028 pannello verificato
$\sigma_E =$	5.81	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} =$	49.41	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w =$	0.65		coefficiente di snellezza
$\chi_w =$	1.20		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} =$	0.0	KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw, Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	3273.39	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f, red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fb}) \cdot f_{yf}} \right)$	#DIV/0!	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$	0.0	KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	3273.39	KN	
$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	3273.4	KN	> 1635.94 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.5		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	4.098		
$\psi =$	0.500		
$y_{bar,tot} =$	14.56	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	2.24E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigiditi
$\gamma =$	65.34		
$\delta =$	0.230		
$k_{\sigma,p} =$	19.701		
$\sigma_{cr,e} =$	58.10	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	1144.58	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	265.0	mm	
$b_2 =$	650.0	mm	
$a_c =$	1814.22	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	2611.99	Mpa	tensione critica euleriana

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	18000.00	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	0.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t =$	0.00	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	0.00	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.0000		
$\lambda_p =$	0.3107		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	4.1975		

$\rho = -$

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	1.0	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1.0	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	1872.00	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	3.893E+06	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	306.50	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} =$	306.50	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	1872.00	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	1.076		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	45.60	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	62.82	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irriigi.
$e_1 =$	15.18	mm	
$e =$	62.82	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.614		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	1.3481		
$\chi_c =$	0.4630		fattore di riduzione instabilità di colonna

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	-	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	18000.00	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	450.50	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	0.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	1.11E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	2.46E+06	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	760.7	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-63.45	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{eff}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.05} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica\ soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.05}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.50}$$

6.2.2 Diaframma

Il diaframma posto ad interasse 3750mm è atto a mantenere la forma del cassone e quindi deve essere in grado di assorbire le azioni torcenti che si sviluppano fra due diaframmi successivi.

Si valutano tali azioni causate da carichi mobili, accidentali e permanenti,.

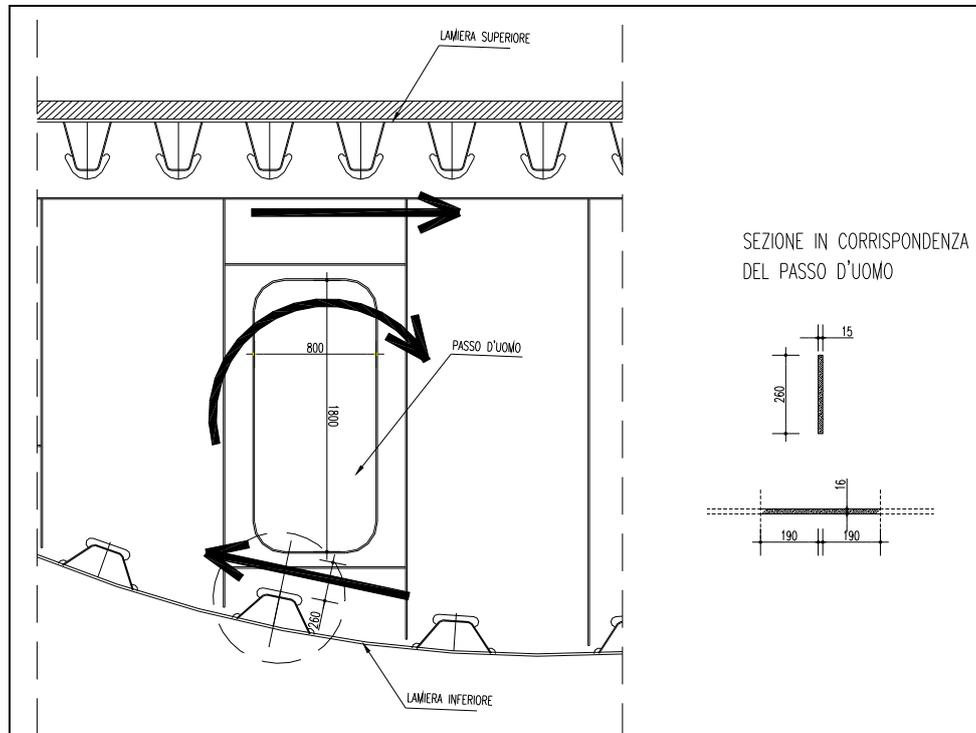
Si hanno i seguenti contributi:

$M_{t,p.p}$	0.00	KNm/m	momento torcente pesi propri (valore caratteristico)
$M_{t,perm}$	452.25	KNm/m	momento torcente permanenti portati (valore caratteristico)
$M_{t,mob2}$	660.00	KNm/m	momento torcente mobili 2 (valore caratteristico)
$M_{t,v}$	139.70	KNm/m	momento torcente vento (valore caratteristico)

$$M_{t,max} = \gamma_{P.P.} \cdot M_{t,p.p.} + \gamma_{perm} \cdot M_{t,perm} + \gamma_{mob} \cdot \phi \cdot M_{t,mob1} + \gamma_{v} \cdot 1627.27 \quad \text{KNm} \quad \text{momento torcente massimo (SLU)}$$

In corrispondenza dell'apertura per il passo d'uomo tale momento deve essere assorbito da una coppia come mostrato in figura:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



$$T = 1627.27 / 2.5 = 650.9 \text{ kN}$$

La sezione resistente risulta pari a:

$$A = 10220 \text{ mm}^2$$

dove si è considerata una larghezza collaborante della piattabanda inferiore del cassone stradale pari a 15t per ogni lato del diaframma.

$$\sigma_{\max} = T/A = 63.7 \text{ N/mm}^2$$

Le stesse azioni taglianti così calcolate vengono applicate al sub-pannello verticale, al fine di verificarne l'instabilità a taglio fuori dal piano.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio: ▼

E_a [MPa]	210000	Modulo elastico acciaio
ν	0.3	Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2	Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355	Tensione di snervamento ($t \leq 40$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80$ mm)
f_y [MPa]	335	Tensione di snervamento ($t > 80$ mm)
S.L.U. γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U. γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U. γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
ε	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	3400	mm	
C1=	3400	mm	
t1=	15	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	2		tipologia di irrigidimento adottata
N _{irr,long} =	4		numero di irrigidimenti longitudinali
h _{i,irr,long} =	ΔH		altezze irrigidimenti longitudinali
a=	3550	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{s,lorda} =	54520	mm ²	area sezione lorda

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

t_1 =	8.0	mm	spessore irrigidimento
t_2 =	-	mm	-
h_i =	110.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i}$ =	-	mm	-
l =	-	mm	-
$l_{coll.}$ =	372.5	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
a=	3550.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{sl,i} =	6467.5	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
S _{sl,i,z} =	103506.3	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$y_{sl,i}$ =	8.50	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
I _{sl,i,z} =	3.96E+06	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	0	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	0	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	650.9	kN	Taglio di progetto
$h_w =$	3400	mm	altezza pannello
$t =$	15	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} =$	4		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} =$	3.660		
$k_t =$	12.670		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	226.67	> 74.480973201992	verifica necessaria!
$\sigma_E =$	0.37	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} =$	4.69	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f =$	0	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w =$	2.10		coefficiente di snellezza
$\chi_w =$	0.49		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} =$	0.0	kNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw,Rd} =$	4646.05	kN contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fk}) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f,red} =$	#DIV/0!	kNm momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$	$V_{bf,Rd} =$	0.0	kN contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	11403.19	kN	
$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b,Rd} =$	4646.0	kN > 650.9 Verifica soddisfatta!

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2.3 Corsia di manutenzione ANAS

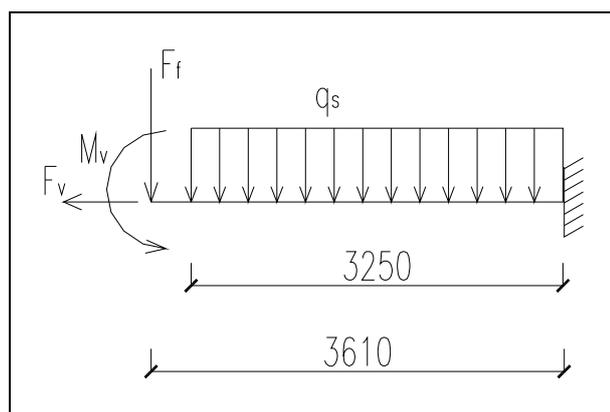
La corsia di manutenzione ANAS viene realizzata con una struttura portante costituita da un profilato a “doppio T” a sezione variabile collegato al cassone stradale in corrispondenza dei trasversi, ad interasse medio quindi pari a 3,75m. Longitudinalmente tali profilati sono collegati da IPE 180 su cui vengono fissati dei grigliati che costituiscono la pavimentazione per gli eventuali mezzi di manutenzione e di servizio. All'estremità della corsia, viene posizionata la barriera frangivento avente le stesse caratteristiche di quella presente nell'opera di attraversamento.

Si riportano nei paragrafi che seguono le verifiche degli elementi principali costituenti la corsia e il modello di calcolo utilizzato.

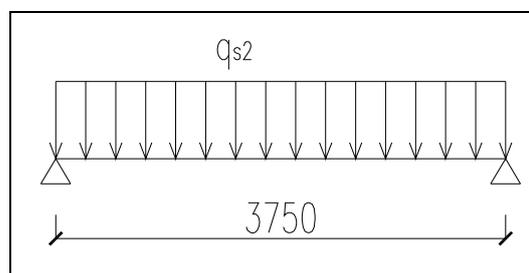
6.2.3.1 Modello di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi principali costituenti la corsia di manutenzione, si utilizzano modelli semplificati a mensola e a trave appoggiata-appoggiata di seguito indicati, in cui i carichi presi in considerazione per il calcolo delle sollecitazioni sono il vento (di direzione verso l'esterno della corsia), i carichi accidentali (riportati al § 5.3), ed i pesi propri.

modello profilo portante principale



modello IPE 180



dove i simboli indicati sono:

$$F_f = 3.6 \times 3.75 = 13.5 \text{ kN}$$

$$F_v = 2.05 \times 5.35 \times 3.75 = 41.12 \text{ kN}$$

$$M_v = 41.12 \times 2.675 = 110.0 \text{ kNm}$$

peso barriera frangivento

azione trasversale dovuta al vento sulla barriera

coppia dovuta al vento sulla barriera

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

$$q_s = 5.0 \times 3.75 = 18.75 \text{ kN/m}$$

peso dovuto ai carichi accidentali

$$q_{s2} = 5.0 \times 0.58 = 2.9 \text{ kN/m}$$

peso dovuto ai carichi accidentali

a tali carichi si aggiungono naturalmente i pesi propri dei profilati e del grigliato presente, di seguito definiti:

$$P.P._{\text{doppio "T"}} = 1.28 \text{ kN/m}$$

peso proprio medio profilo a sezione variabile

$$P.P._{\text{IPE180}} = 0.19 \text{ kN/m}$$

peso proprio IPE 180

$$P.P._{\text{grig.}} = 1.0 \text{ kN/m}^2$$

peso proprio grigliato

Si ottengono le seguenti sollecitazioni di progetto per i due elementi analizzati, rispettivamente nella sezione di incastro per l'elemento trasversale e nella sezione di mezzeria per l'IPE 180:

- Sezione di incastro

$$M_{Ed} = -398.55 \text{ kNm}$$

$$T_{Ed} = 137.3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 49.3 \text{ kN (trazione)}$$

- Sezione in campata

$$M_{Ed} = 9.47 \text{ kNm}$$

$$T_{Ed} = 10.1 \text{ kN}$$

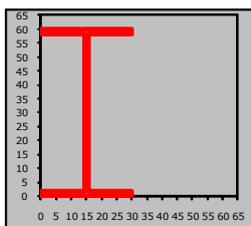
(taglio massimo nella sezione di appoggio)

6.2.3.2 Verifica profilato a "doppio T" (SLU)

caratteristiche profilato:

doppio T

Trave Sakdata



S	355		<input type="checkbox"/> s < 40?	<input checked="" type="checkbox"/> si
f_{tk}	510	N/mm ²	resistenza a rottura	
f_{yk}	355	N/mm ²	resistenza di progetto	
A	176.0	cm ²	area	
I_z	115594.7	cm ⁴	momento d'inerzia asse z	
I_y	9004.7	cm ⁴	momento d'inerzia asse y	
W_{plz}	4264.0	cm ³	modulo di resistenza plastico asse z	
W_{ply}	914.0	cm ³	modulo di resistenza plastico asse y	
L	740	cm	lunghezza libera di inflessione	
N_{crz}	43751.5	KN	carico critico elastico per instabilità asse z	
N_{cry}	3408.2	KN	carico critico elastico per instabilità asse y	
α	0.21		fattore di imperfezione	
γ_{M0}	1.05		coefficiente di sicurezza resistenza sezione	
γ_{M1}	1.05		coefficiente di sicurezza resistenza all'instabilità	
Classe	1		classe della sezione	

Verifica a trazione

$$N_{t,Rd} = 5950.48 \text{ KN} \quad \text{resistenza di calcolo della sezione}$$

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} \leq 1 = 0.01 < 1 \text{ verifica soddisfatta!}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Verifica flessione monoassiale

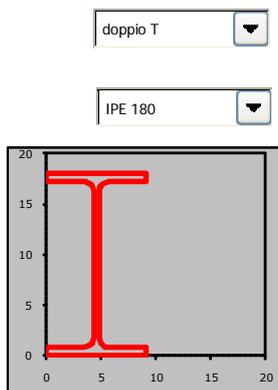
$M_{c,Rd} =$	1441.6	KNm	resistenza di calcolo della sezione
$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1 =$	0.3		<1 verifica soddisfatta!

Verifica a taglio

$A_{vz} =$	120.00	cm ²	area resistente a taglio dir. Z
$A_{vy} =$	58.00	cm ²	area resistente a taglio dir. Y
$V_{c,Rdz} = A_{vz} \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$	2342.4	KN	>0 verifica soddisfatta!
$V_{c,Rdy} = A_{vy} \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$	1132.2	KN	>137.3 verifica soddisfatta!

6.2.3.3 Verifica IPE180

caratteristiche profilato:



S	355		s < 40?	si
$f_{tk} =$	510	N/mm ²	resistenza a rottura	
$f_{yk} =$	355	N/mm ²	resistenza di progetto	
A =	24.0	cm ²	area	
$I_z =$	1317.0	cm ⁴	momento d'inerzia asse z	
$I_y =$	100.9	cm ⁴	momento d'inerzia asse y	
$W_{plz} =$	166.4	cm ³	modulo di resistenza plastico asse z	
$W_{ply} =$	34.6	cm ³	modulo di resistenza plastico asse y	
L =	375	cm	lunghezza libera di inflessione	
$N_{crz} =$	1941.1	KN	carico critico elastico per instabilità asse z	
$N_{cry} =$	148.7	KN	carico critico elastico per instabilità asse y	
$\alpha =$	0.21		fattore di imperfezione	
$\gamma_{M0} =$	1.05		coefficiente di sicurezza resistenza sezione	
$\gamma_{M1} =$	1.05		coefficiente di sicurezza resistenza all'instabilità	
Classe	1		classe della sezione	

Verifica flessione monoassiale

$M_{c,Rd} =$	56.3	KNm	resistenza di calcolo della sezione
$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1 =$	0.2		<1 verifica soddisfatta!

Verifica a taglio

$A_{vz} =$	15.26	cm ²	area resistente a taglio dir. Z
$A_{vy} =$	11.25	cm ²	area resistente a taglio dir. Y
$V_{c,Rdz} = A_{vz} \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$	297.8	KN	>0 verifica soddisfatta!
$V_{c,Rdy} = A_{vy} \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$	219.7	KN	>10.1 verifica soddisfatta!

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2.4 Traversi

6.2.4.1 Metodologia di verifica

La verifica del cassone costituente il traverso di collegamento degli impalcati stradali avviene in completa analogia con quanto effettuato per il cassone stradale. Il cassone presenta una sezione rettangolare, i lati hanno dimensioni costanti nella zona centrale dell'elemento e variabili in corrispondenza della zona di inserimento del cassone stradale. La procedura di analisi prevede per ognuno dei cinque traversi la verifica di 17 sezioni posizionate lungo lo sviluppo dell'elemento, equamente ripartite tra le zone ad altezza costante e variabile. In ciascuna stazione di verifica la sezione del cassone viene suddivisa in singoli pannelli, su ognuno dei quali vengono effettuate le verifiche di resistenza e di instabilità. Le verifiche vengono condotte scomponendo la sezione del traverso in 4 pannelli così come indicato in figura: analizzando le sollecitazioni assiali, flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla sezione viene determinato il corrispondente stato tensionale, la cui integrazione sui singoli pannelli porta ai valori delle azioni presso o tenso flettenti e taglianti utilizzate nelle verifiche.

Per i dettagli dimensionali e gli spessori delle diverse sezioni dei conci si rimanda agli elaborati grafici di progetto, si riporta una tabella riassuntiva delle principali misure per le sezioni di verifica.

Sezione	1		2		3		4	
A (mm ²)	388000		425500		477000		528500	
I _x (mm ⁴)	1.168E+12		1.540E+12		2.081E+12		2.732E+12	
I _y (mm ⁴)	5.410E+11		8.492E+11		1.270E+12		1.809E+12	
Pannello	L (mm)	s (mm)						
A	2800	30	3350	30	3900	30	4450	30
B	4400	25	4825	25	5250	25	5675	25
C	2800	30	3350	25	3900	25	4450	25
D	4400	25	4825	25	5250	25	5675	25

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Sezione	5		6		7		8	
A (mm ²)	555000		552500		514750		486250	
I _x (mm ⁴)	3.271E+12		3.248E+12		2.700E+12		2.130E+12	
I _y (mm ⁴)	2.427E+12		2.930E+12		2.280E+12		2.102E+12	
Pannello	L (mm)	s (mm)						
A	5000	25	5500	25	5000	25	5000	25
B	6100	25	6100	25	5795	25	5225	25
C	5000	25	5500	20	5000	20	5000	20
D	6100	25	6100	25	5795	25	5225	25

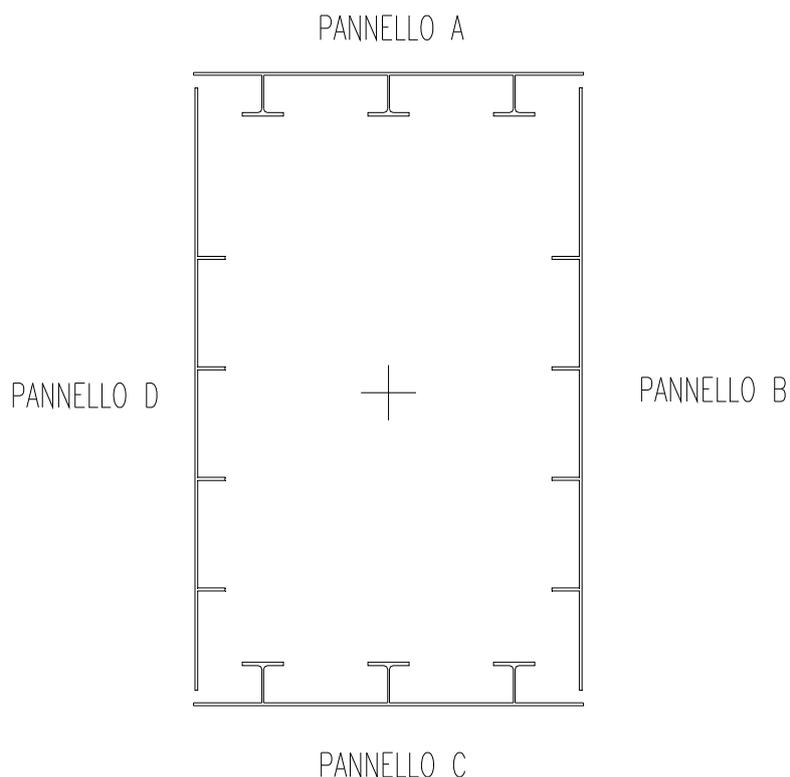


Figura 10: Schema suddivisione sezione in sottopannelli.

Si riassumono nelle tabelle successive gli esiti delle verifiche su tutte le sezioni verificate per i cinque traversi. Si indicano il massimo valore assunto dai tre coefficienti η_1 , η_3 e η_c per ogni sub pannello e l'indice della relativa combinazione di carico.

Seguono i grafici dei valori massimi assunti dai tre coefficienti lungo lo sviluppo longitudinale dei

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

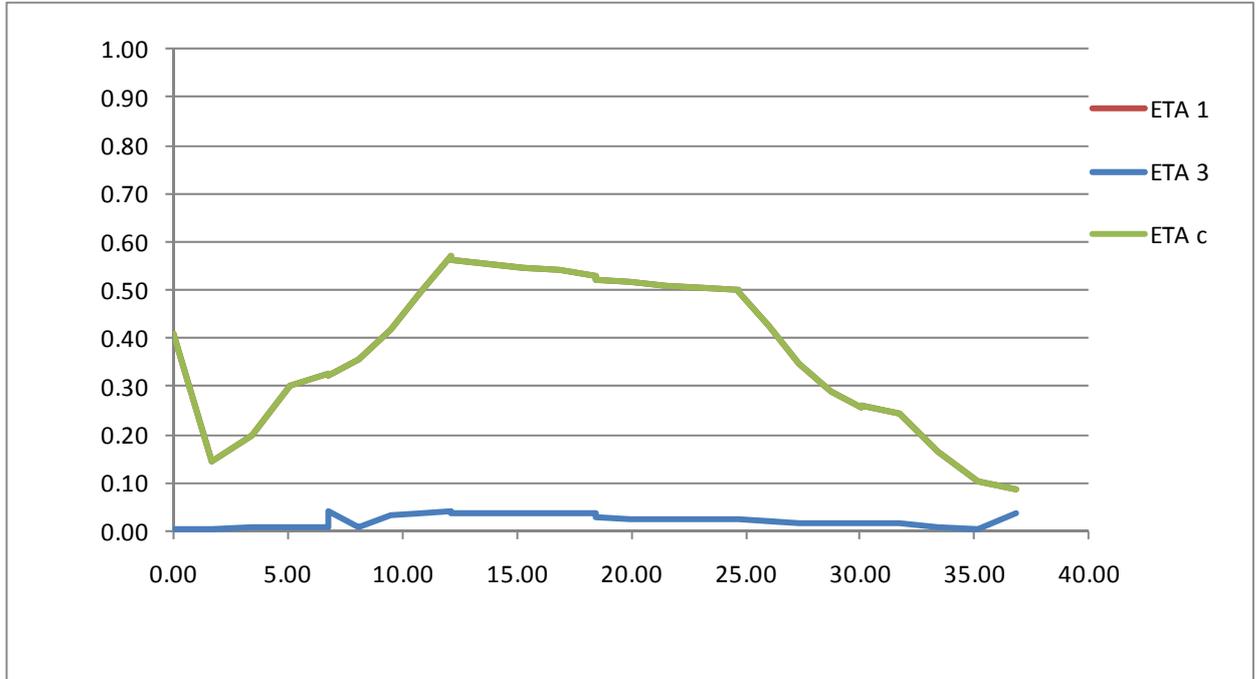
traversi e, per illustrare nel dettaglio la metodologia di verifica applicata, lo sviluppo completo dei calcoli per le quattro tipologie dei pannelli costituenti la sezione, verificati nella situazione corrispondente alle massime sollecitazioni agenti sugli stessi.

6.2.4.2 Tabelle riepilogative dei coefficienti d'uso

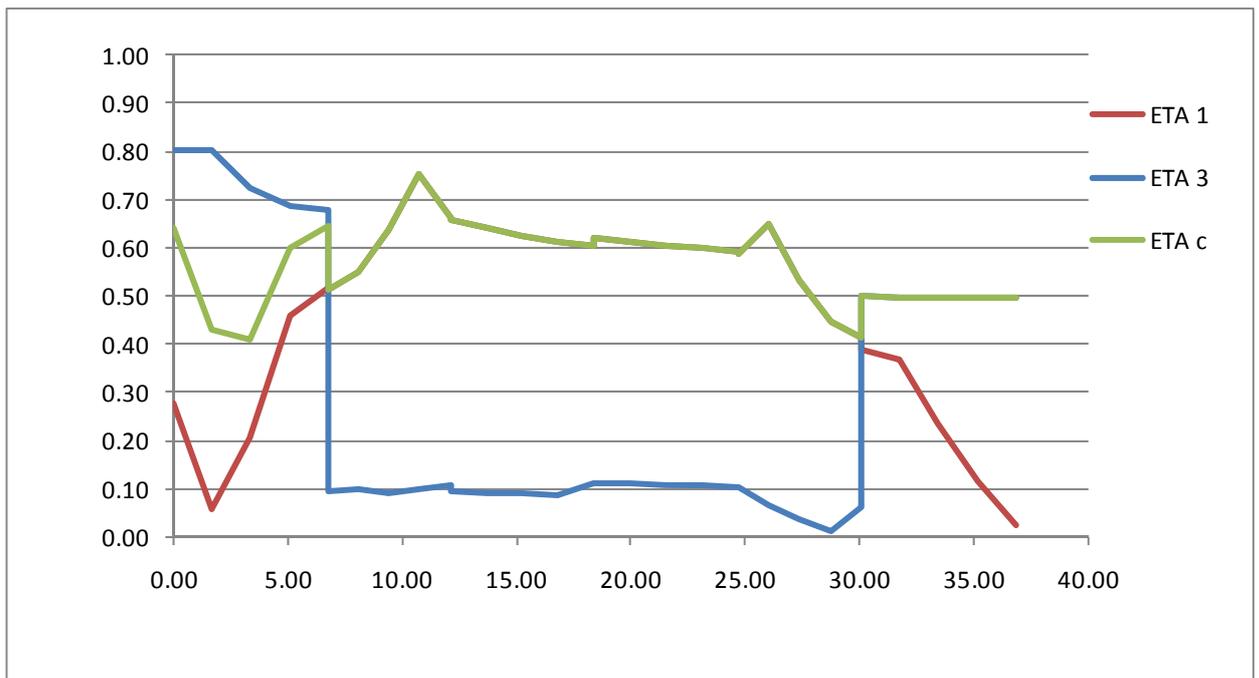
- Traverso 1

Frame Text	Station m	progr. m	CONCIO	PANNELLO A				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
15	0.00	0.00	8	0.41	0.00	0.41	18	0.28	0.80	0.64	22	0.11	0.02	0.11	18	0.33	0.82	0.75	30
15	1.69	1.69	8	0.14	0.01	0.14	17	0.06	0.80	0.43	22	0.23	0.02	0.23	12	0.12	0.83	0.54	30
15	3.39	3.39	7	0.20	0.01	0.20	4	0.21	0.72	0.41	22	0.37	0.01	0.37	12	0.03	0.50	0.50	156
15	5.08	5.08	7	0.30	0.01	0.30	20	0.46	0.69	0.60	20	0.52	0.01	0.52	28	0.51	0.71	0.69	28
15	6.77	6.77	6	0.33	0.01	0.33	20	0.52	0.68	0.64	20	0.66	0.01	0.66	28	0.55	0.70	0.71	28
14	0.00	6.77	5	0.32	0.04	0.32	30	0.51	0.09	0.51	22	0.57	0.00	0.57	28	0.54	0.05	0.54	28
14	1.33	8.10	4	0.36	0.01	0.36	20	0.55	0.10	0.55	22	0.57	0.00	0.57	28	0.58	0.05	0.58	28
14	2.67	9.44	3	0.42	0.03	0.42	28	0.64	0.09	0.64	20	0.60	0.00	0.60	28	0.67	0.04	0.67	28
14	4.00	10.77	2	0.50	0.04	0.50	28	0.75	0.10	0.75	20	0.65	0.01	0.65	28	0.79	0.03	0.79	28
14	5.33	12.10	1	0.57	0.04	0.57	28	0.66	0.11	0.66	20	0.73	0.01	0.73	28	0.75	0.01	0.75	164
13	0.00	12.10	1	0.56	0.04	0.56	28	0.66	0.09	0.66	20	0.81	0.00	0.81	28	0.84	0.02	0.84	164
13	1.58	13.68	1	0.55	0.04	0.55	28	0.64	0.09	0.64	20	0.78	0.00	0.78	28	0.84	0.02	0.84	164
13	3.15	15.25	1	0.55	0.04	0.55	28	0.63	0.09	0.63	20	0.77	0.02	0.77	20	0.84	0.02	0.84	164
13	4.73	16.83	1	0.54	0.04	0.54	28	0.61	0.09	0.61	20	0.75	0.02	0.75	20	0.86	0.02	0.86	164
13	6.30	18.40	1	0.53	0.04	0.53	28	0.61	0.11	0.61	28	0.74	0.02	0.74	20	0.88	0.02	0.88	164
12	0.00	18.40	1	0.52	0.03	0.52	28	0.62	0.11	0.62	28	0.73	0.01	0.73	28	0.87	0.02	0.87	164
12	1.58	19.98	1	0.52	0.02	0.52	20	0.61	0.11	0.61	28	0.71	0.01	0.71	28	0.85	0.02	0.85	164
12	3.15	21.55	1	0.51	0.02	0.51	20	0.60	0.11	0.60	28	0.70	0.01	0.70	28	0.83	0.03	0.83	164
12	4.73	23.13	1	0.51	0.02	0.51	20	0.60	0.11	0.60	28	0.69	0.01	0.69	28	0.83	0.03	0.83	164
12	6.30	24.70	1	0.50	0.02	0.50	20	0.59	0.10	0.59	28	0.68	0.01	0.68	28	0.85	0.03	0.85	164
11	0.00	24.70	1	0.50	0.02	0.50	20	0.59	0.10	0.59	28	0.62	0.01	0.62	28	0.76	0.02	0.76	164
11	1.33	26.04	2	0.42	0.02	0.42	20	0.65	0.07	0.65	28	0.53	0.02	0.53	28	0.67	0.01	0.67	164
11	2.67	27.37	3	0.35	0.02	0.35	20	0.53	0.04	0.53	28	0.48	0.02	0.48	164	0.58	0.01	0.58	164
11	4.00	28.71	4	0.29	0.02	0.29	20	0.45	0.01	0.45	28	0.46	0.02	0.46	164	0.51	0.01	0.51	164
11	5.33	30.04	5	0.26	0.02	0.26	20	0.41	0.06	0.41	32	0.47	0.02	0.47	164	0.49	0.00	0.49	164
10	0.00	30.04	6	0.26	0.02	0.26	20	0.39	0.50	0.50	20	0.53	0.04	0.53	164	0.34	0.50	0.50	8
10	1.69	31.73	7	0.24	0.02	0.24	20	0.37	0.50	0.50	12	0.44	0.04	0.44	164	0.34	0.49	0.49	20
10	3.39	33.42	7	0.17	0.01	0.17	20	0.24	0.50	0.50	26	0.32	0.04	0.32	164	0.40	0.48	0.48	164
10	5.08	35.12	8	0.10	0.00	0.10	19	0.12	0.50	0.50	3	0.23	0.03	0.23	163	0.07	0.50	0.50	29
10	6.77	36.81	8	0.09	0.04	0.09	10	0.03	0.50	0.50	20	0.16	0.03	0.16	163	0.00	0.50	0.50	21

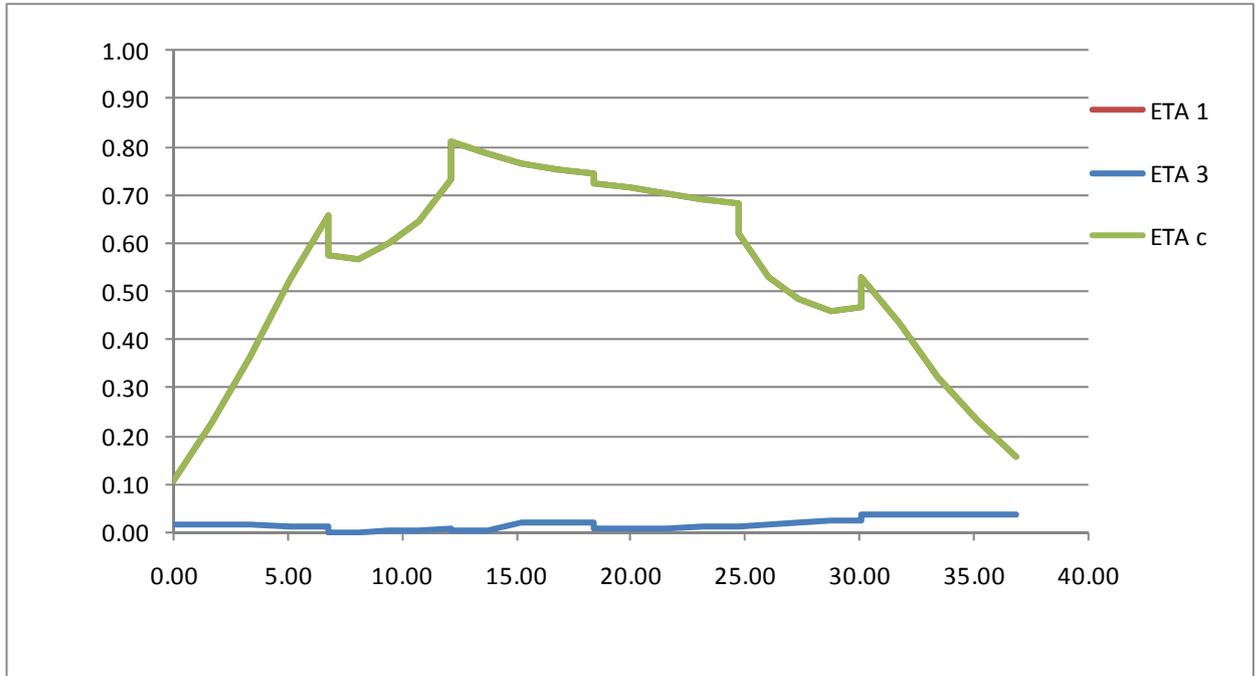
- Pannello A



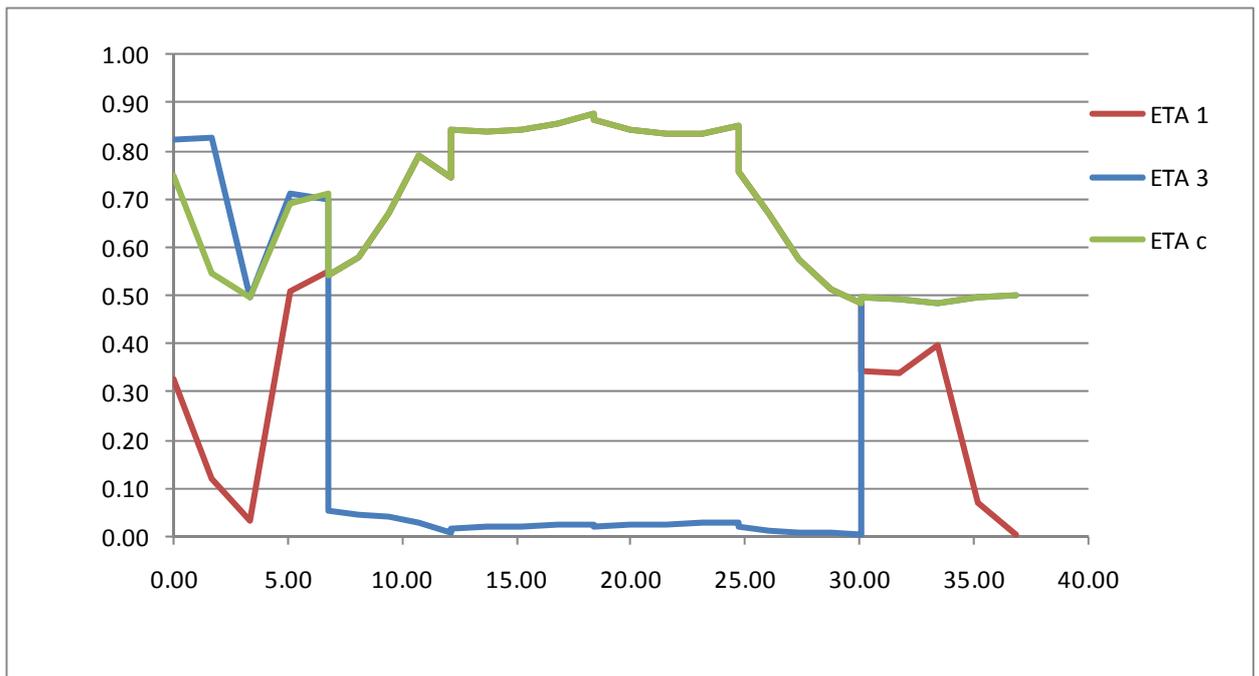
- Pannello B



- Pannello C



- Pannello D

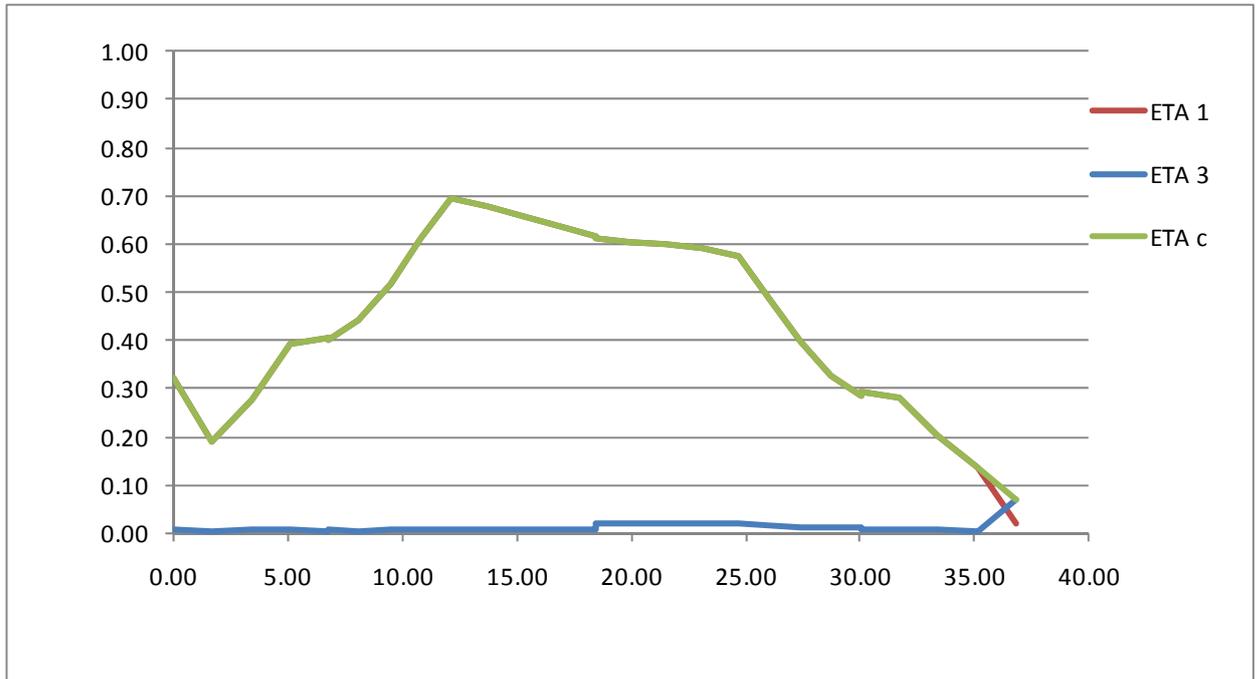


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

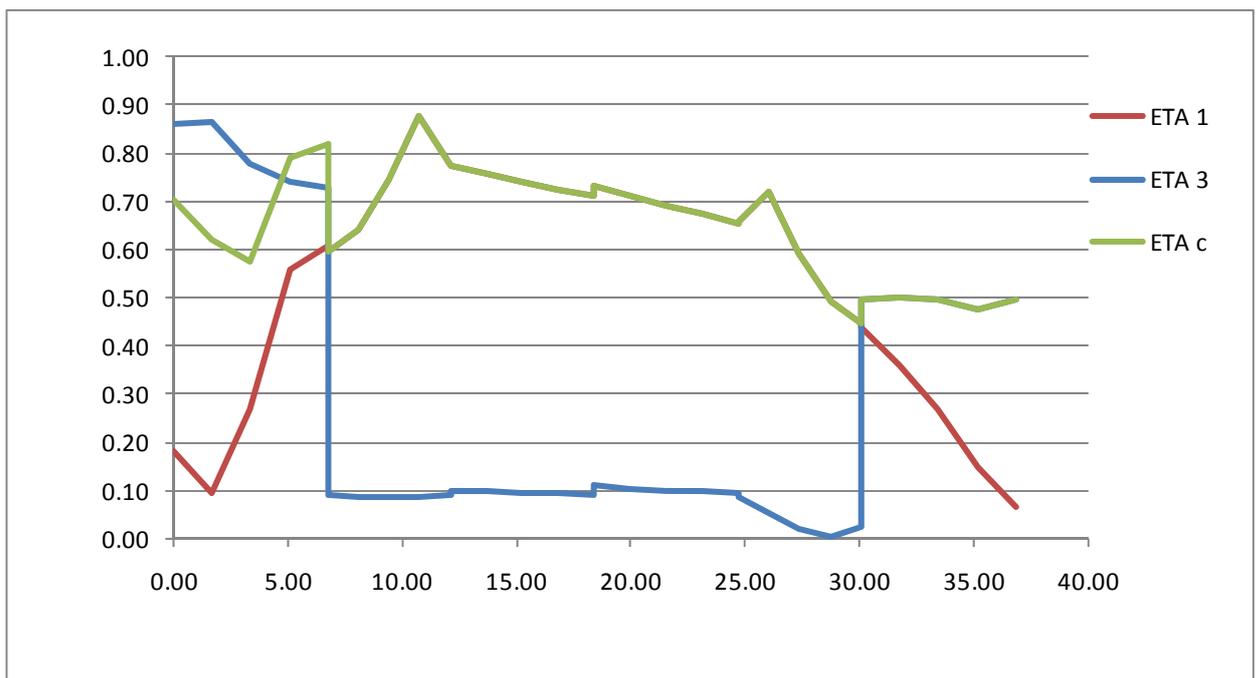
- Traverso 2

Frame Text	Station m	progr. m	CONCIO	PANNELLO A				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
25	0.00	0.00	8	0.32	0.01	0.32	17	0.18	0.86	0.70	5	0.11	0.02	0.11	12	0.16	0.87	0.70	5
25	1.69	1.69	8	0.19	0.01	0.19	12	0.09	0.86	0.62	5	0.31	0.02	0.31	12	0.10	0.87	0.63	13
25	3.39	3.39	7	0.28	0.01	0.28	12	0.27	0.78	0.58	5	0.44	0.02	0.44	11	0.28	0.78	0.59	13
25	5.08	5.08	7	0.39	0.01	0.39	11	0.56	0.74	0.79	3	0.62	0.01	0.62	11	0.57	0.74	0.79	11
25	6.77	6.77	6	0.41	0.00	0.41	11	0.61	0.73	0.82	3	0.76	0.01	0.76	11	0.61	0.73	0.82	3
24	0.00	6.77	5	0.40	0.01	0.40	11	0.60	0.09	0.60	5	0.66	0.01	0.66	11	0.60	0.09	0.60	11
24	1.33	8.10	4	0.44	0.01	0.44	11	0.64	0.09	0.64	3	0.65	0.01	0.65	11	0.65	0.09	0.65	3
24	2.67	9.44	3	0.52	0.01	0.52	11	0.74	0.09	0.74	3	0.69	0.01	0.69	11	0.76	0.09	0.76	3
24	4.00	10.77	2	0.61	0.01	0.61	11	0.88	0.09	0.88	3	0.74	0.01	0.74	11	0.90	0.09	0.90	3
24	5.33	12.11	1	0.70	0.01	0.70	11	0.77	0.09	0.77	11	0.84	0.01	0.84	11	0.79	0.08	0.79	3
23	0.00	12.11	1	0.69	0.01	0.69	11	0.77	0.10	0.77	11	0.93	0.01	0.93	11	0.79	0.08	0.79	3
23	1.58	13.68	1	0.68	0.01	0.68	11	0.76	0.10	0.76	11	0.91	0.00	0.91	3	0.78	0.08	0.78	3
23	3.15	15.26	1	0.66	0.01	0.66	11	0.74	0.10	0.74	11	0.89	0.00	0.89	3	0.76	0.07	0.76	3
23	4.73	16.83	1	0.64	0.01	0.64	11	0.73	0.09	0.73	11	0.87	0.00	0.87	3	0.75	0.07	0.75	3
23	6.30	18.41	1	0.61	0.01	0.61	11	0.71	0.09	0.71	11	0.86	0.00	0.86	3	0.74	0.07	0.74	3
22	0.00	18.41	1	0.61	0.02	0.61	3	0.73	0.11	0.73	11	0.85	0.01	0.85	11	0.71	0.05	0.71	3
22	1.58	19.98	1	0.61	0.02	0.61	19	0.71	0.10	0.71	27	0.83	0.01	0.83	27	0.69	0.05	0.69	3
22	3.15	21.56	1	0.60	0.02	0.60	19	0.69	0.10	0.69	27	0.81	0.01	0.81	27	0.67	0.06	0.67	27
22	4.73	23.13	1	0.59	0.02	0.59	19	0.67	0.10	0.67	27	0.79	0.01	0.79	27	0.65	0.06	0.65	27
22	6.30	24.71	1	0.58	0.02	0.58	19	0.65	0.09	0.65	27	0.77	0.00	0.77	19	0.64	0.06	0.64	27
21	0.00	24.71	1	0.58	0.02	0.58	19	0.66	0.09	0.66	27	0.70	0.00	0.70	19	0.65	0.05	0.65	27
21	1.33	26.04	2	0.49	0.02	0.49	19	0.72	0.05	0.72	27	0.60	0.00	0.60	19	0.71	0.03	0.71	27
21	2.67	27.38	3	0.40	0.01	0.40	19	0.59	0.02	0.59	19	0.54	0.01	0.54	19	0.58	0.01	0.58	27
21	4.00	28.71	4	0.33	0.01	0.33	19	0.49	0.00	0.49	19	0.49	0.01	0.49	19	0.49	0.01	0.49	27
21	5.34	30.04	5	0.29	0.01	0.29	19	0.45	0.03	0.45	19	0.48	0.01	0.48	19	0.44	0.03	0.44	27
20	0.00	30.04	6	0.29	0.01	0.29	19	0.44	0.50	0.50	11	0.55	0.01	0.55	19	0.42	0.50	0.50	3
20	1.69	31.74	7	0.28	0.01	0.28	19	0.36	0.50	0.50	25	0.45	0.02	0.45	19	0.36	0.50	0.50	6
20	3.39	33.43	7	0.20	0.01	0.20	19	0.27	0.50	0.50	18	0.33	0.02	0.33	19	0.28	0.50	0.50	29
20	5.08	35.12	8	0.14	0.01	0.14	19	0.15	0.48	0.48	15	0.24	0.02	0.24	19	0.09	0.46	0.46	143
20	6.77	36.82	8	0.02	0.07	0.07	15	0.07	0.50	0.50	28	0.11	0.02	0.11	20	0.02	0.46	0.46	143

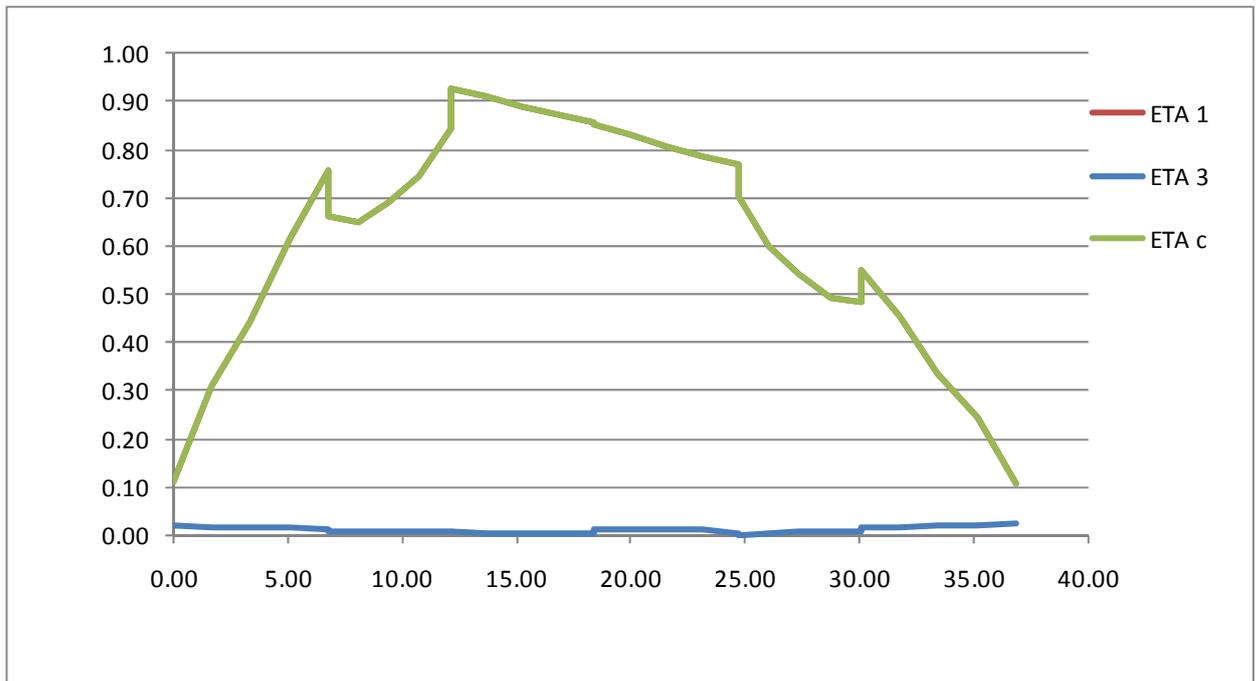
- Pannello A



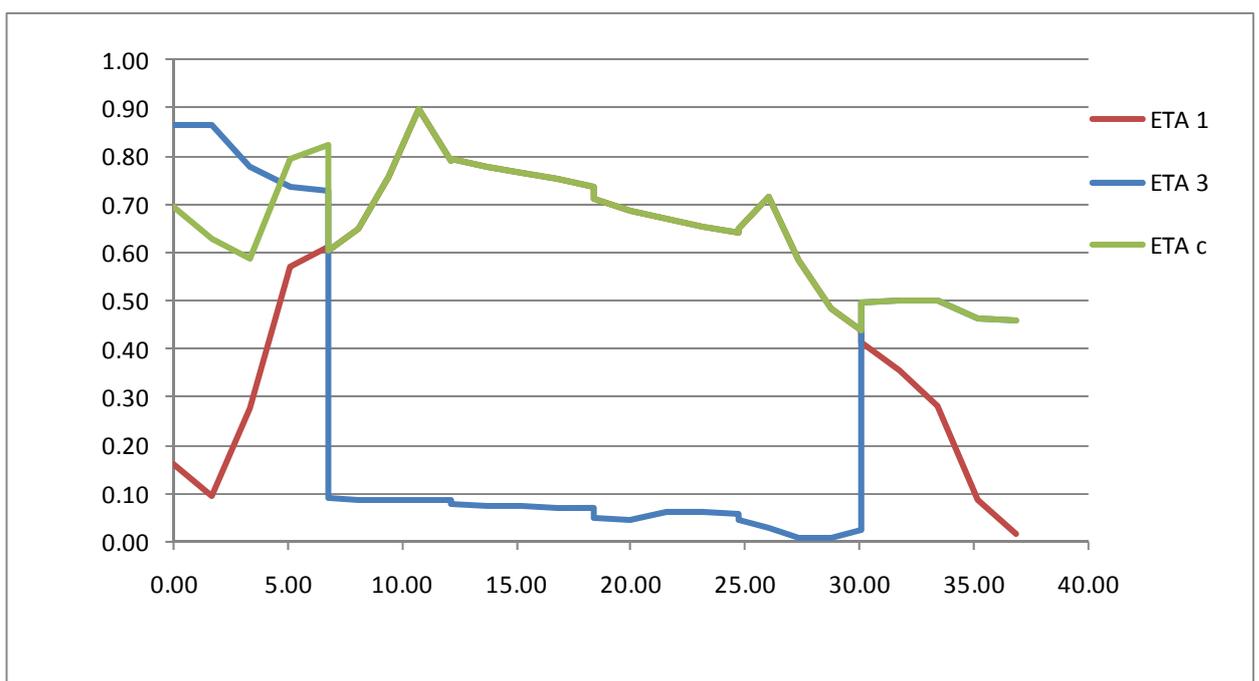
- Pannello B



- Pannello C



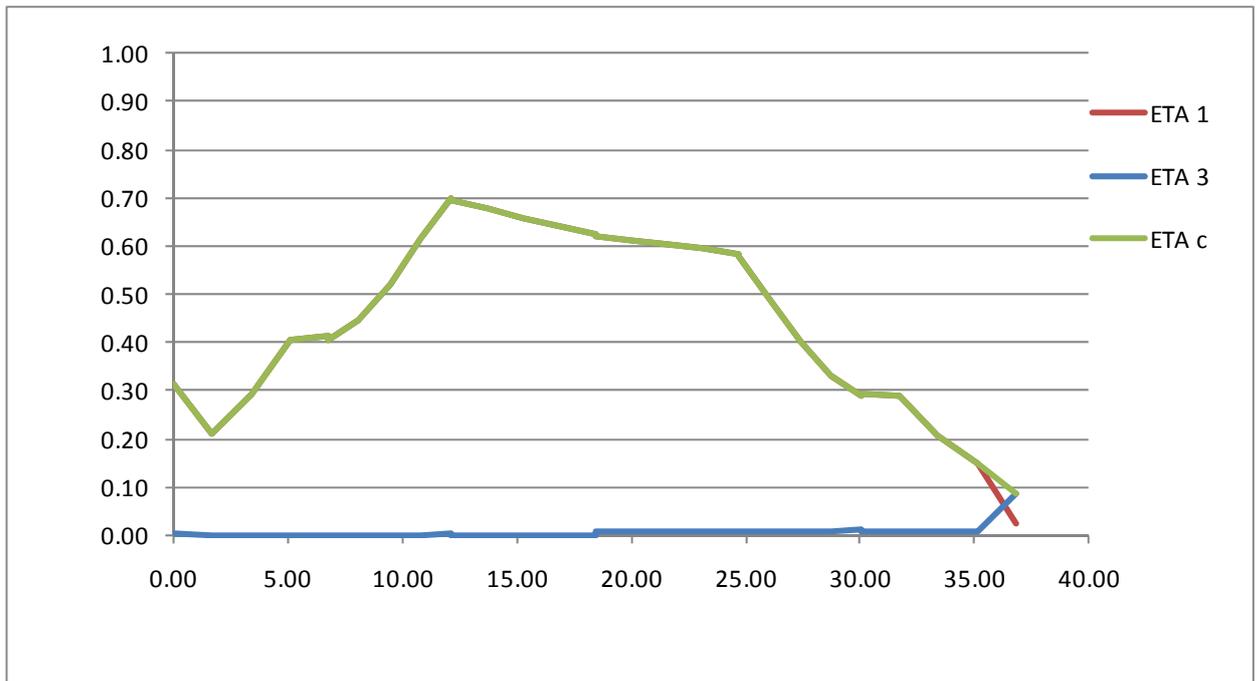
- Pannello D



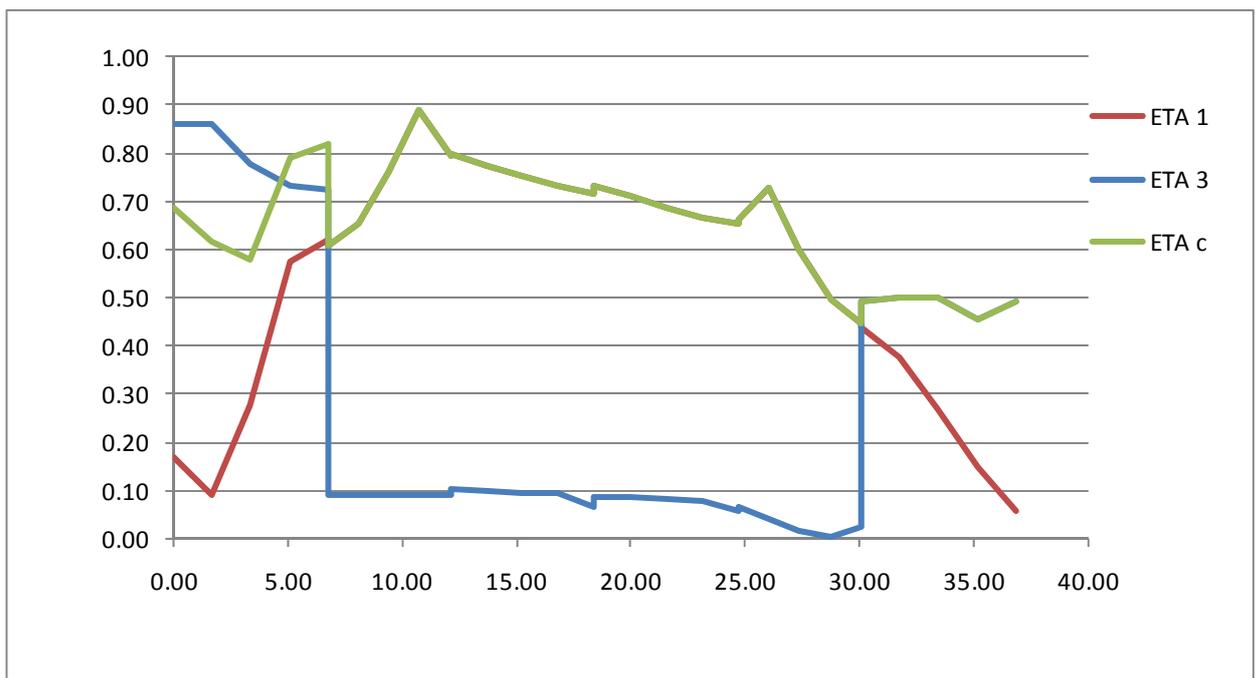
- Traverso 3

Frame Text	Station m	progr. m	CONCIO	PANNELLO A				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
35	0.00	0.00	8	0.31	0.00	0.31	18	0.17	0.86	0.69	22	0.12	0.00	0.12	11	0.18	0.86	0.71	22
35	1.69	1.69	8	0.21	0.00	0.21	11	0.09	0.86	0.62	14	0.32	0.00	0.32	11	0.10	0.86	0.63	6
35	3.39	3.39	7	0.29	0.00	0.29	12	0.28	0.78	0.58	14	0.45	0.00	0.45	12	0.28	0.78	0.59	6
35	5.08	5.08	7	0.40	0.00	0.40	12	0.57	0.73	0.79	12	0.62	0.00	0.62	12	0.57	0.73	0.79	4
35	6.77	6.77	6	0.41	0.00	0.41	12	0.62	0.72	0.82	12	0.76	0.00	0.76	12	0.62	0.73	0.82	4
34	0.00	6.77	5	0.41	0.00	0.41	12	0.61	0.09	0.61	12	0.67	0.00	0.67	12	0.61	0.09	0.61	4
34	1.33	8.10	4	0.45	0.00	0.45	12	0.65	0.09	0.65	12	0.66	0.00	0.66	12	0.65	0.09	0.65	4
34	2.67	9.44	3	0.52	0.00	0.52	12	0.76	0.09	0.76	12	0.70	0.00	0.70	12	0.76	0.09	0.76	4
34	4.00	10.77	2	0.62	0.00	0.62	12	0.89	0.09	0.89	4	0.75	0.00	0.75	12	0.90	0.09	0.90	4
34	5.33	12.11	1	0.70	0.00	0.70	12	0.79	0.09	0.79	12	0.86	0.00	0.86	12	0.80	0.09	0.80	4
33	0.00	12.11	1	0.70	0.00	0.70	12	0.80	0.10	0.80	12	0.94	0.00	0.94	12	0.88	0.01	0.88	162
33	1.58	13.68	1	0.68	0.00	0.68	12	0.77	0.10	0.77	12	0.92	0.00	0.92	12	0.86	0.01	0.86	162
33	3.15	15.26	1	0.66	0.00	0.66	12	0.75	0.10	0.75	12	0.90	0.00	0.90	4	0.85	0.01	0.85	162
33	4.73	16.83	1	0.64	0.00	0.64	12	0.73	0.09	0.73	12	0.88	0.00	0.88	4	0.86	0.00	0.86	162
33	6.30	18.41	1	0.62	0.00	0.62	28	0.72	0.06	0.72	20	0.86	0.00	0.86	20	0.88	0.00	0.88	164
32	0.00	18.41	1	0.62	0.01	0.62	20	0.73	0.09	0.73	28	0.86	0.01	0.86	28	0.87	0.00	0.87	164
32	1.58	19.98	1	0.61	0.01	0.61	20	0.71	0.08	0.71	28	0.83	0.00	0.83	28	0.87	0.00	0.87	164
32	3.15	21.56	1	0.60	0.01	0.60	20	0.69	0.08	0.69	28	0.81	0.00	0.81	28	0.88	0.01	0.88	164
32	4.73	23.13	1	0.59	0.01	0.59	20	0.67	0.08	0.67	28	0.79	0.00	0.79	28	0.89	0.01	0.89	164
32	6.30	24.71	1	0.58	0.01	0.58	20	0.66	0.06	0.66	20	0.78	0.01	0.78	20	0.90	0.01	0.90	164
31	0.00	24.71	1	0.58	0.01	0.58	20	0.66	0.07	0.66	20	0.71	0.01	0.71	20	0.81	0.00	0.81	164
31	1.33	26.04	2	0.49	0.01	0.49	20	0.73	0.04	0.73	20	0.61	0.01	0.61	20	0.73	0.04	0.73	28
31	2.67	27.37	3	0.40	0.01	0.40	20	0.60	0.02	0.60	20	0.55	0.01	0.55	20	0.60	0.00	0.60	164
31	4.00	28.71	4	0.33	0.01	0.33	20	0.50	0.00	0.50	20	0.50	0.00	0.50	20	0.52	0.00	0.52	164
31	5.33	30.04	5	0.29	0.01	0.29	20	0.45	0.02	0.45	20	0.49	0.01	0.49	164	0.50	0.00	0.50	164
30	0.00	30.04	6	0.29	0.01	0.29	20	0.44	0.49	0.49	28	0.56	0.02	0.56	164	0.50	0.44	0.50	164
30	1.70	31.74	7	0.29	0.01	0.29	20	0.38	0.50	0.50	13	0.47	0.02	0.47	164	0.42	0.50	0.50	12
30	3.39	33.43	7	0.21	0.01	0.21	20	0.27	0.50	0.50	29	0.36	0.02	0.36	164	0.28	0.49	0.49	20
30	5.09	35.13	8	0.15	0.01	0.15	20	0.15	0.46	0.46	32	0.28	0.02	0.28	164	0.10	0.38	0.38	140
30	6.78	36.83	8	0.02	0.08	0.08	16	0.06	0.49	0.49	27	0.17	0.02	0.17	163	0.11	0.50	0.50	27

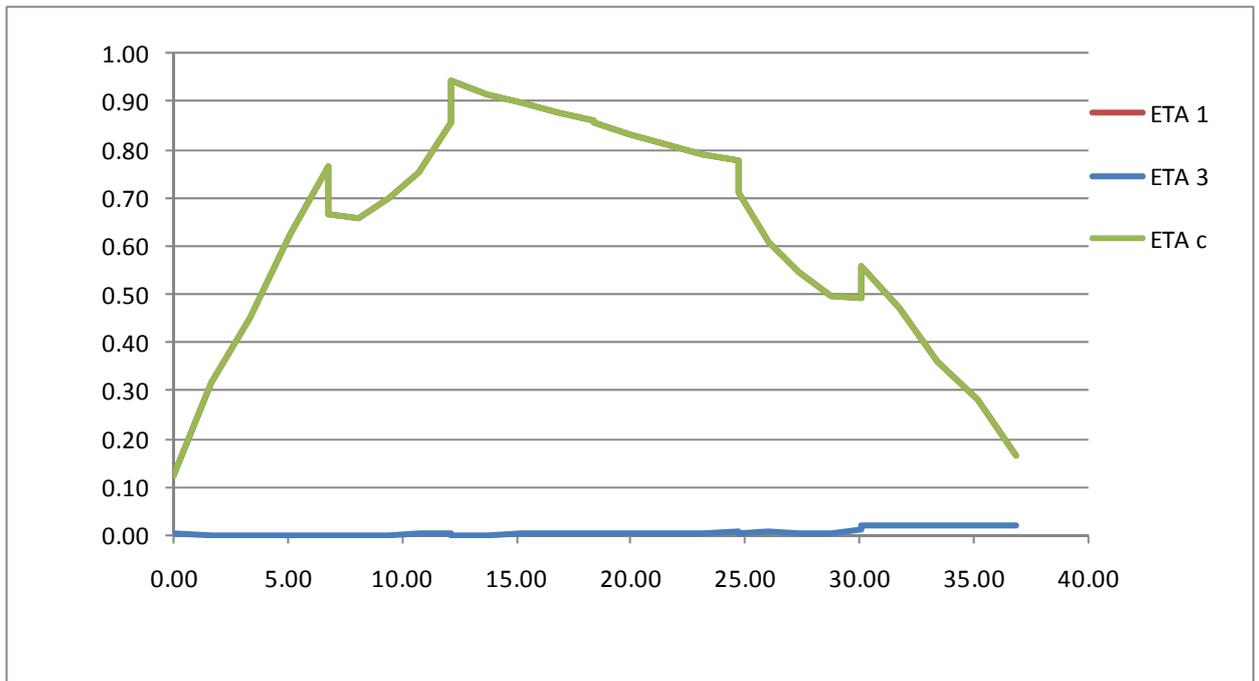
- Pannello A



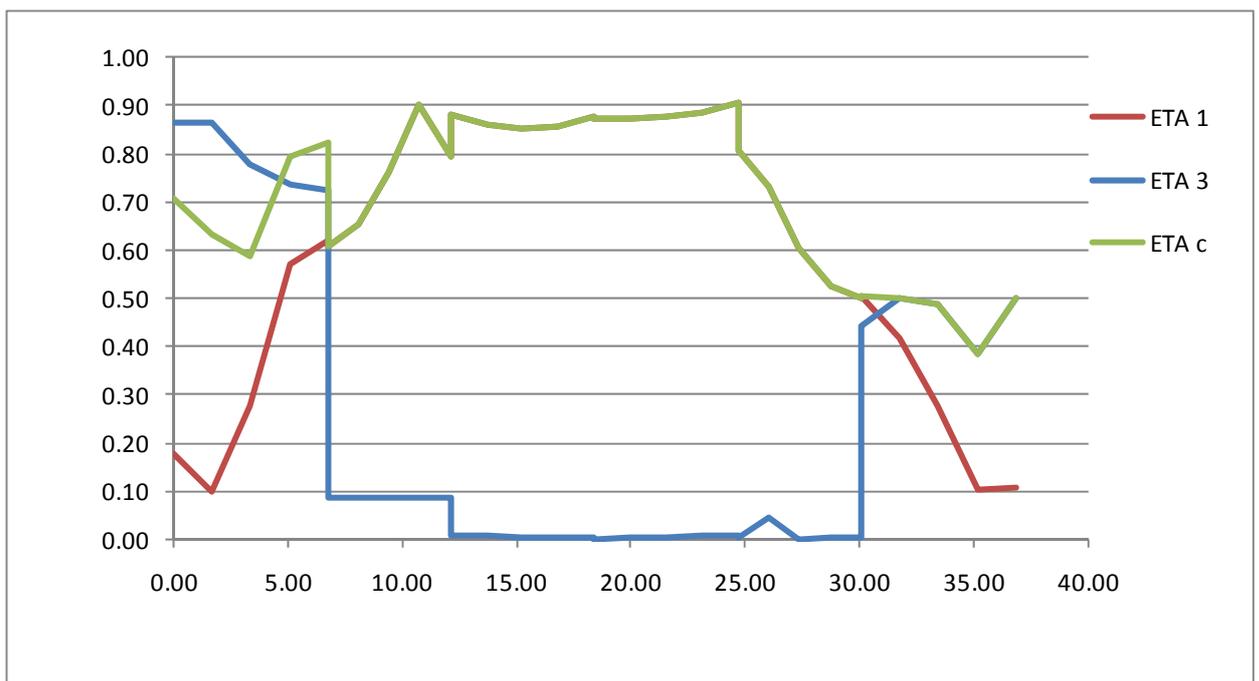
- Pannello B



- Pannello C



- Pannello D

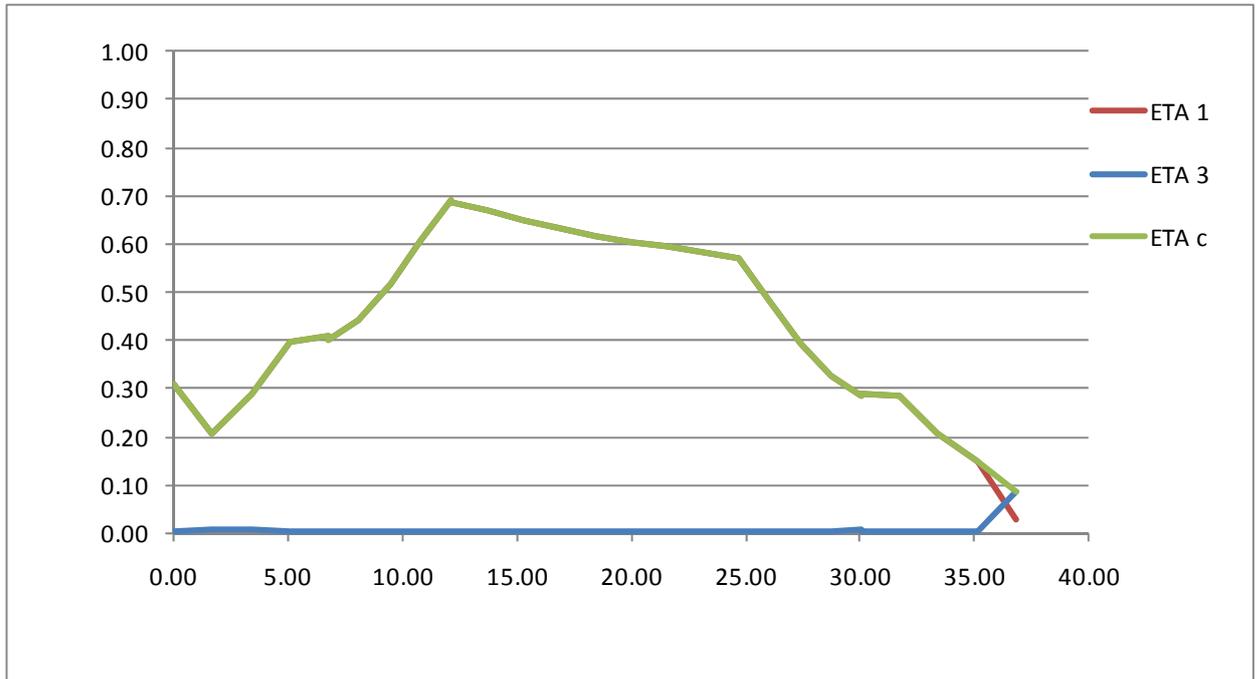


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

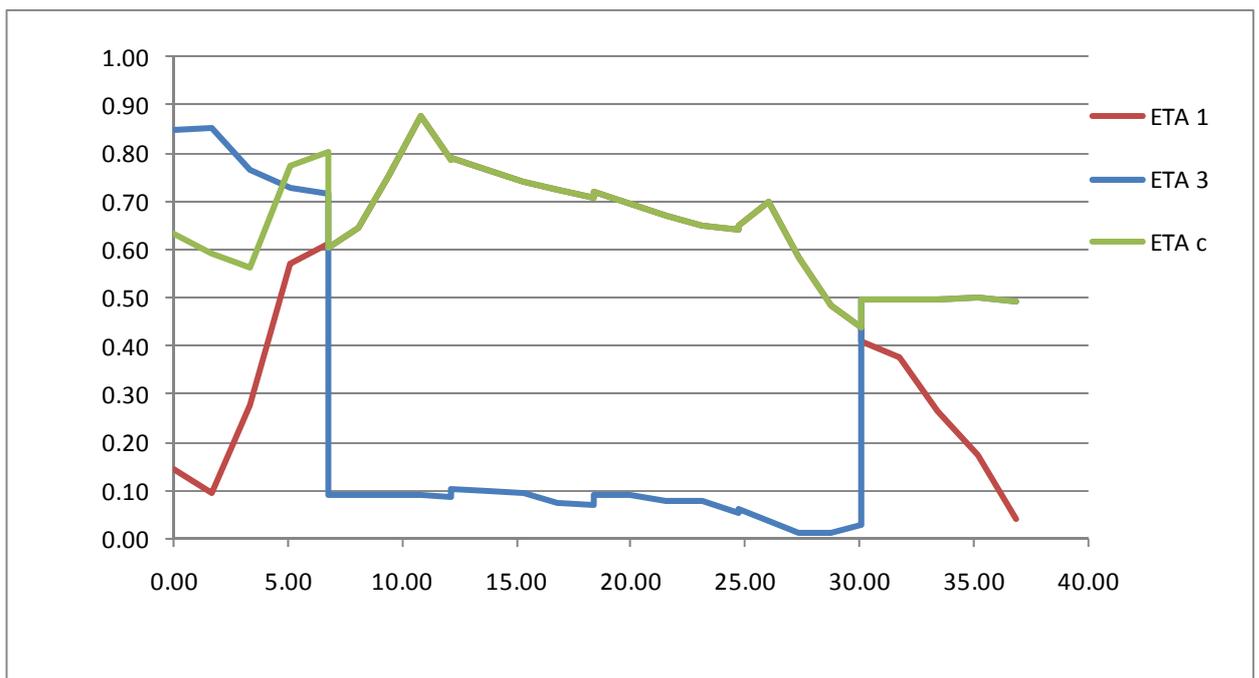
- Traverso 4

Frame Text	Station m	progr. m	CONCIO	PANNELLO A				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
45	0.00	0.00	8	0.31	0.00	0.31	17	0.15	0.85	0.63	5	0.13	0.00	0.13	12	0.17	0.85	0.65	5
45	1.69	1.69	8	0.21	0.01	0.21	12	0.09	0.85	0.59	13	0.32	0.00	0.32	12	0.10	0.85	0.59	5
45	3.39	3.39	7	0.29	0.01	0.29	11	0.28	0.77	0.56	13	0.45	0.00	0.45	11	0.28	0.76	0.55	5
45	5.08	5.08	7	0.40	0.01	0.40	11	0.57	0.73	0.77	11	0.62	0.00	0.62	11	0.56	0.72	0.76	3
45	6.78	6.78	6	0.41	0.00	0.41	11	0.61	0.72	0.80	11	0.76	0.00	0.76	11	0.61	0.71	0.79	3
44	0.00	6.78	5	0.40	0.01	0.40	11	0.60	0.09	0.60	11	0.66	0.00	0.66	11	0.60	0.09	0.60	3
44	1.33	8.11	4	0.44	0.00	0.44	11	0.65	0.09	0.65	11	0.65	0.00	0.65	11	0.64	0.09	0.64	3
44	2.67	9.45	3	0.52	0.00	0.52	11	0.75	0.09	0.75	11	0.69	0.00	0.69	11	0.75	0.09	0.75	3
44	4.00	10.78	2	0.61	0.00	0.61	11	0.88	0.09	0.88	3	0.75	0.00	0.75	11	0.89	0.09	0.89	3
44	5.33	12.11	1	0.69	0.01	0.69	11	0.79	0.09	0.79	11	0.85	0.00	0.85	11	0.79	0.01	0.79	161
43	0.00	12.11	1	0.69	0.00	0.69	11	0.79	0.10	0.79	11	0.93	0.00	0.93	11	0.88	0.01	0.88	161
43	1.58	13.69	1	0.67	0.00	0.67	11	0.76	0.10	0.76	11	0.90	0.00	0.90	11	0.87	0.00	0.87	161
43	3.15	15.26	1	0.65	0.00	0.65	11	0.74	0.10	0.74	11	0.88	0.00	0.88	3	0.86	0.00	0.86	161
43	4.73	16.84	1	0.63	0.00	0.63	11	0.72	0.07	0.72	3	0.86	0.00	0.86	3	0.85	0.00	0.85	161
43	6.30	18.41	1	0.62	0.00	0.62	11	0.71	0.07	0.71	3	0.84	0.00	0.84	3	0.86	0.00	0.86	161
42	0.00	18.41	1	0.61	0.00	0.61	3	0.72	0.09	0.72	11	0.84	0.00	0.84	11	0.87	0.00	0.87	161
42	1.58	19.99	1	0.60	0.00	0.60	3	0.69	0.09	0.69	11	0.81	0.00	0.81	11	0.86	0.00	0.86	161
42	3.15	21.56	1	0.59	0.00	0.59	19	0.67	0.08	0.67	27	0.79	0.00	0.79	27	0.87	0.01	0.87	163
42	4.73	23.14	1	0.58	0.00	0.58	19	0.65	0.08	0.65	27	0.77	0.00	0.77	27	0.89	0.01	0.89	163
42	6.30	24.71	1	0.57	0.00	0.57	19	0.64	0.05	0.64	19	0.76	0.01	0.76	19	0.91	0.01	0.91	163
41	0.00	24.71	1	0.57	0.00	0.57	19	0.65	0.06	0.65	19	0.70	0.00	0.70	19	0.81	0.00	0.81	163
41	1.33	26.05	2	0.48	0.00	0.48	19	0.70	0.04	0.70	27	0.59	0.01	0.59	19	0.72	0.05	0.72	27
41	2.67	27.38	3	0.39	0.00	0.39	19	0.58	0.01	0.58	19	0.53	0.01	0.53	19	0.61	0.01	0.61	163
41	4.00	28.72	4	0.33	0.01	0.33	19	0.48	0.01	0.48	19	0.49	0.01	0.49	163	0.54	0.01	0.54	163
41	5.34	30.05	5	0.29	0.01	0.29	19	0.44	0.03	0.44	19	0.49	0.01	0.49	163	0.51	0.01	0.51	163
40	0.00	30.05	6	0.29	0.00	0.29	19	0.41	0.49	0.49	13	0.56	0.02	0.56	163	0.51	0.44	0.51	163
40	1.69	31.74	7	0.28	0.00	0.28	19	0.38	0.50	0.50	161	0.47	0.02	0.47	163	0.41	0.50	0.50	29
40	3.39	33.44	7	0.21	0.00	0.21	19	0.26	0.49	0.49	161	0.36	0.02	0.36	163	0.26	0.50	0.50	21
40	5.08	35.13	8	0.15	0.00	0.15	19	0.17	0.50	0.50	4	0.28	0.02	0.28	163	0.10	0.38	0.38	137
40	6.77	36.82	8	0.03	0.09	0.09	31	0.04	0.49	0.49	11	0.17	0.02	0.17	164	0.05	0.50	0.50	19

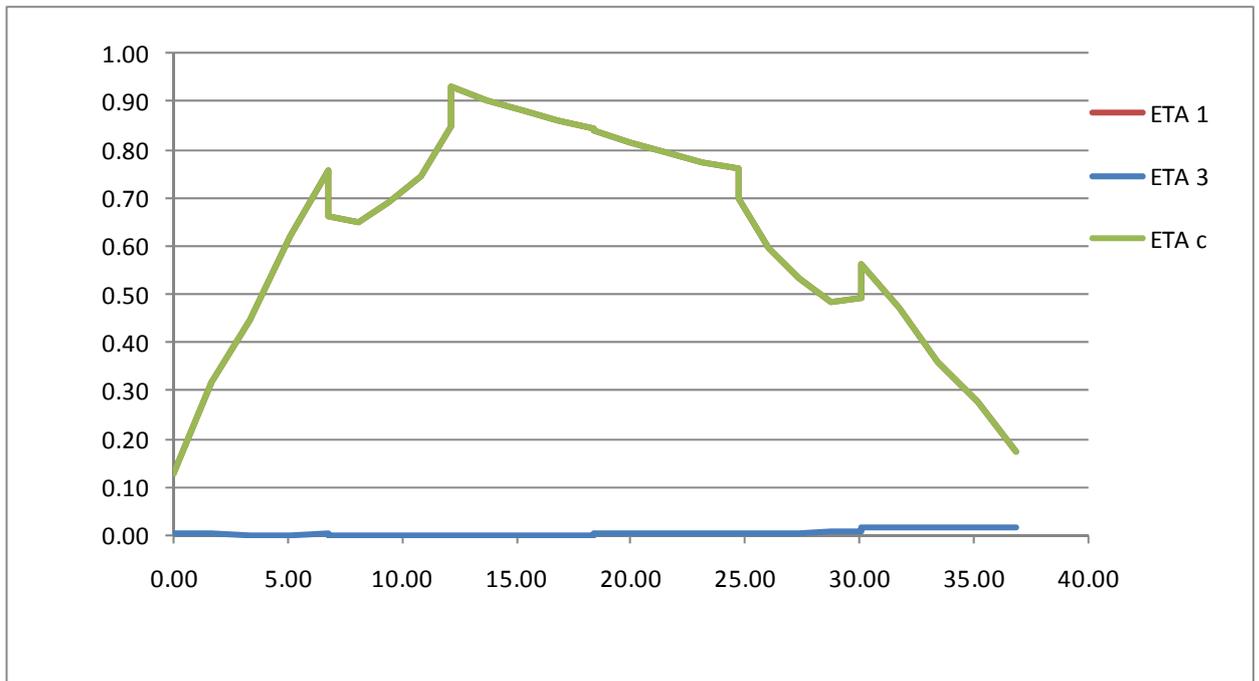
- Pannello A



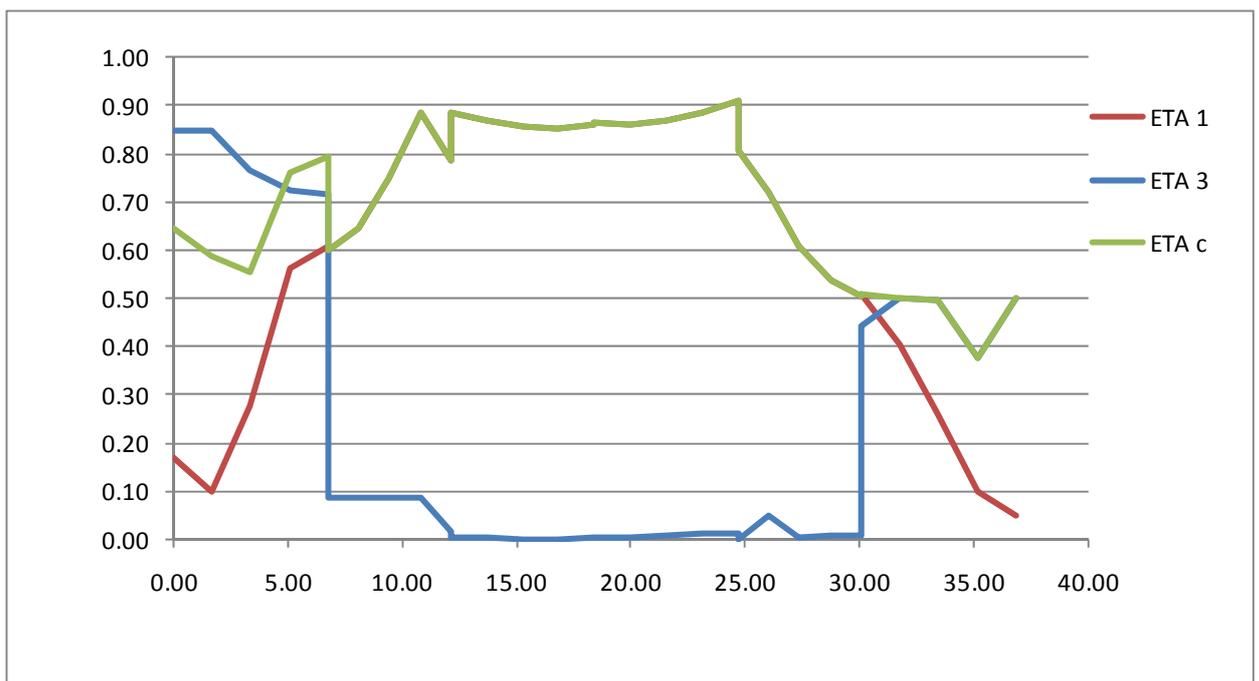
- Pannello B



- Pannello C



- Pannello D

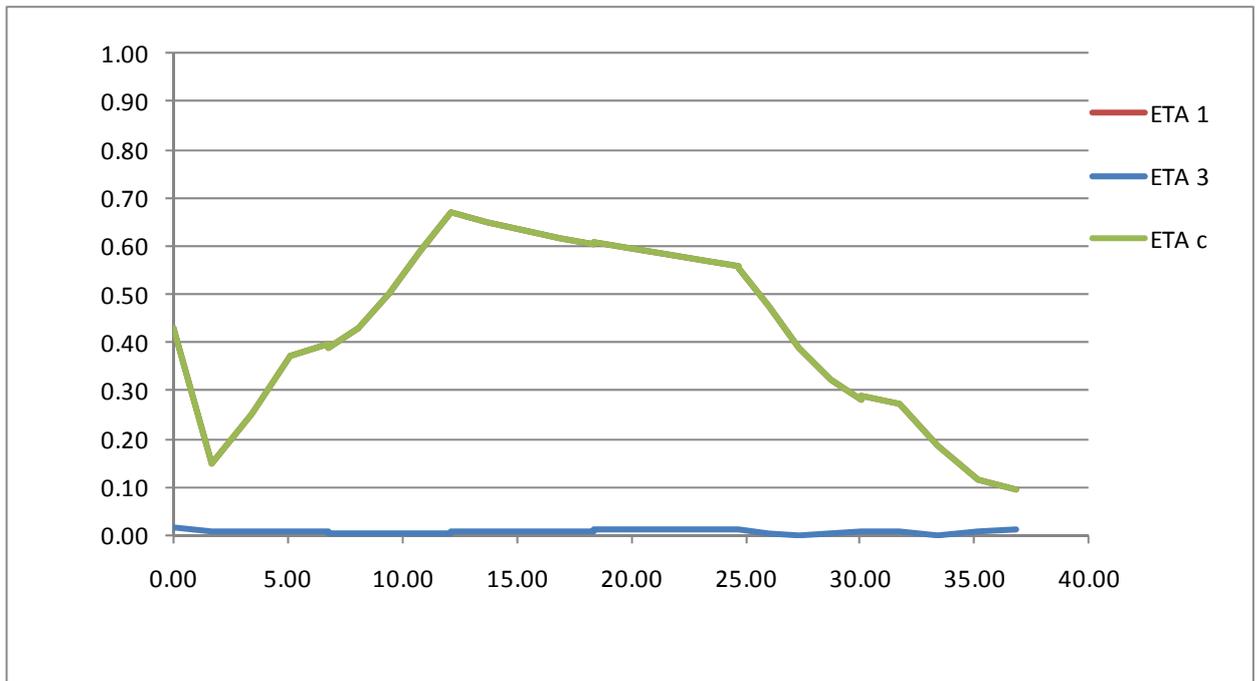


- Traverso 5

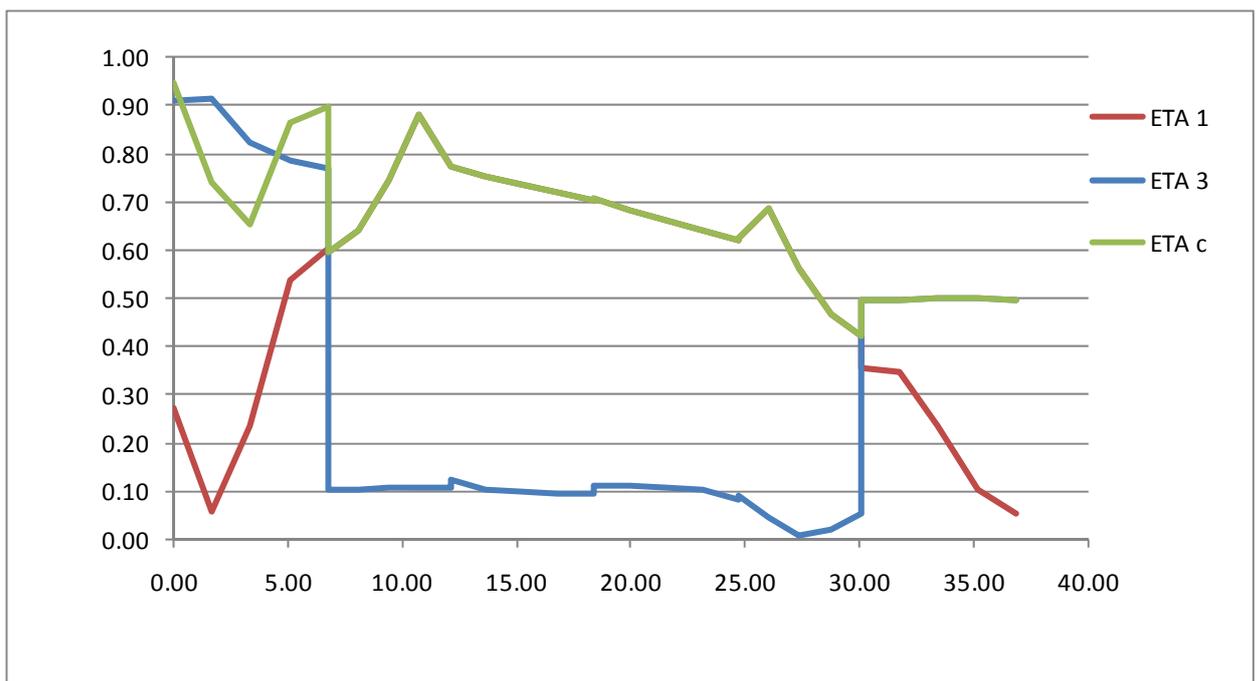
Frame Text	Station m	progr. m	CONCIO	PANNELLO A				PANNELLO B				PANNELLO C				PANNELLO D			
				η_1	η_3	η_c	comb.												
55	0.00	0.00	8	0.43	0.02	0.43	18	0.27	0.91	0.95	22	0.13	0.02	0.13	18	0.26	0.91	0.95	22
55	1.69	1.69	8	0.15	0.01	0.15	11	0.06	0.91	0.74	22	0.24	0.02	0.24	11	0.05	0.95	0.84	22
55	3.38	3.38	7	0.25	0.01	0.25	11	0.24	0.82	0.65	30	0.40	0.02	0.40	11	0.23	0.85	0.72	22
55	5.08	5.08	7	0.37	0.01	0.37	12	0.54	0.79	0.86	28	0.58	0.02	0.58	12	0.52	0.82	0.92	20
55	6.77	6.77	6	0.40	0.01	0.40	28	0.60	0.77	0.90	20	0.74	0.02	0.74	28	0.59	0.80	0.95	20
54	0.00	6.77	5	0.39	0.00	0.39	30	0.60	0.10	0.60	20	0.65	0.01	0.65	28	0.58	0.08	0.58	22
54	1.33	8.10	4	0.43	0.00	0.43	28	0.64	0.10	0.64	20	0.64	0.01	0.64	28	0.62	0.07	0.62	20
54	2.67	9.43	3	0.50	0.00	0.50	28	0.74	0.11	0.74	20	0.68	0.01	0.68	28	0.72	0.07	0.72	20
54	4.00	10.77	2	0.59	0.00	0.59	28	0.88	0.11	0.88	28	0.73	0.01	0.73	28	0.86	0.07	0.86	20
54	5.34	12.10	1	0.67	0.01	0.67	28	0.77	0.11	0.77	28	0.83	0.01	0.83	28	0.75	0.06	0.75	20
53	0.00	12.10	1	0.67	0.01	0.67	28	0.77	0.12	0.77	28	0.91	0.01	0.91	28	0.79	0.01	0.79	164
53	1.58	13.68	1	0.65	0.01	0.65	28	0.75	0.10	0.75	20	0.88	0.01	0.88	28	0.78	0.01	0.78	164
53	3.15	15.25	1	0.63	0.01	0.63	28	0.73	0.10	0.73	20	0.86	0.01	0.86	20	0.77	0.01	0.77	164
53	4.73	16.83	1	0.62	0.01	0.62	28	0.72	0.10	0.72	20	0.84	0.01	0.84	20	0.77	0.02	0.77	164
53	6.30	18.40	1	0.60	0.01	0.60	28	0.70	0.09	0.70	20	0.82	0.01	0.82	20	0.78	0.02	0.78	164
52	0.00	18.40	1	0.61	0.01	0.61	20	0.71	0.11	0.71	28	0.83	0.01	0.83	28	0.78	0.02	0.78	164
52	1.58	19.98	1	0.59	0.01	0.59	20	0.68	0.11	0.68	28	0.80	0.01	0.80	28	0.78	0.02	0.78	164
52	3.15	21.55	1	0.58	0.01	0.58	20	0.66	0.11	0.66	28	0.78	0.01	0.78	28	0.79	0.02	0.79	164
52	4.73	23.13	1	0.57	0.01	0.57	20	0.64	0.10	0.64	28	0.76	0.01	0.76	28	0.81	0.02	0.81	164
52	6.30	24.70	1	0.56	0.01	0.56	20	0.62	0.08	0.62	20	0.74	0.01	0.74	28	0.83	0.02	0.83	164
51	0.00	24.70	1	0.56	0.01	0.56	20	0.63	0.09	0.63	20	0.68	0.01	0.68	28	0.74	0.01	0.74	164
51	1.33	26.04	2	0.47	0.00	0.47	20	0.69	0.04	0.69	28	0.58	0.01	0.58	28	0.71	0.04	0.71	28
51	2.67	27.37	3	0.39	0.00	0.39	20	0.56	0.01	0.56	20	0.52	0.00	0.52	28	0.58	0.02	0.58	28
51	4.00	28.70	4	0.32	0.00	0.32	20	0.47	0.02	0.47	20	0.47	0.00	0.47	28	0.49	0.00	0.49	164
51	5.33	30.04	5	0.28	0.01	0.28	20	0.42	0.05	0.42	24	0.46	0.01	0.46	28	0.46	0.00	0.46	164
50	0.00	30.04	6	0.29	0.01	0.29	20	0.35	0.50	0.50	9	0.53	0.01	0.53	28	0.46	0.45	0.46	164
50	1.69	31.73	7	0.27	0.01	0.27	20	0.35	0.50	0.50	161	0.42	0.00	0.42	28	0.35	0.50	0.50	26
50	3.39	33.42	7	0.19	0.00	0.19	20	0.24	0.50	0.50	162	0.30	0.00	0.30	164	0.22	0.50	0.50	10
50	5.08	35.12	8	0.12	0.01	0.12	20	0.10	0.50	0.50	15	0.21	0.00	0.21	164	0.08	0.42	0.42	140
50	6.77	36.81	8	0.09	0.01	0.09	10	0.05	0.50	0.50	15	0.10	0.00	0.10	163	0.00	0.42	0.42	140

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

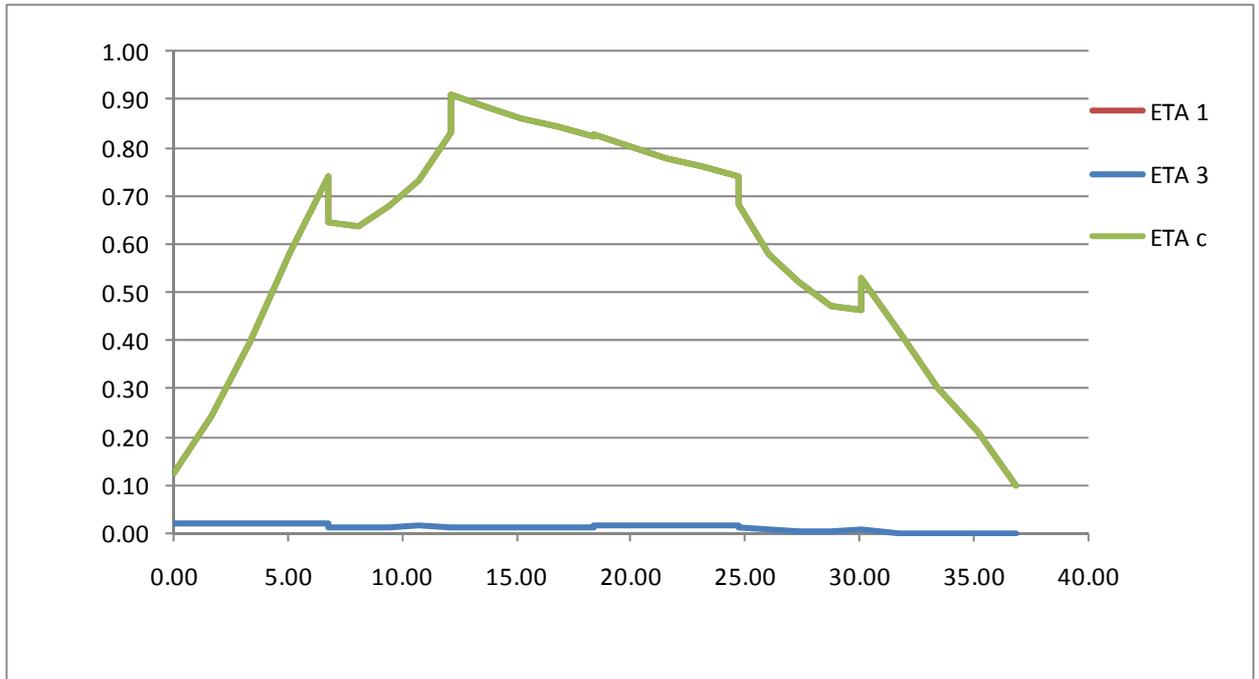
- Pannello A



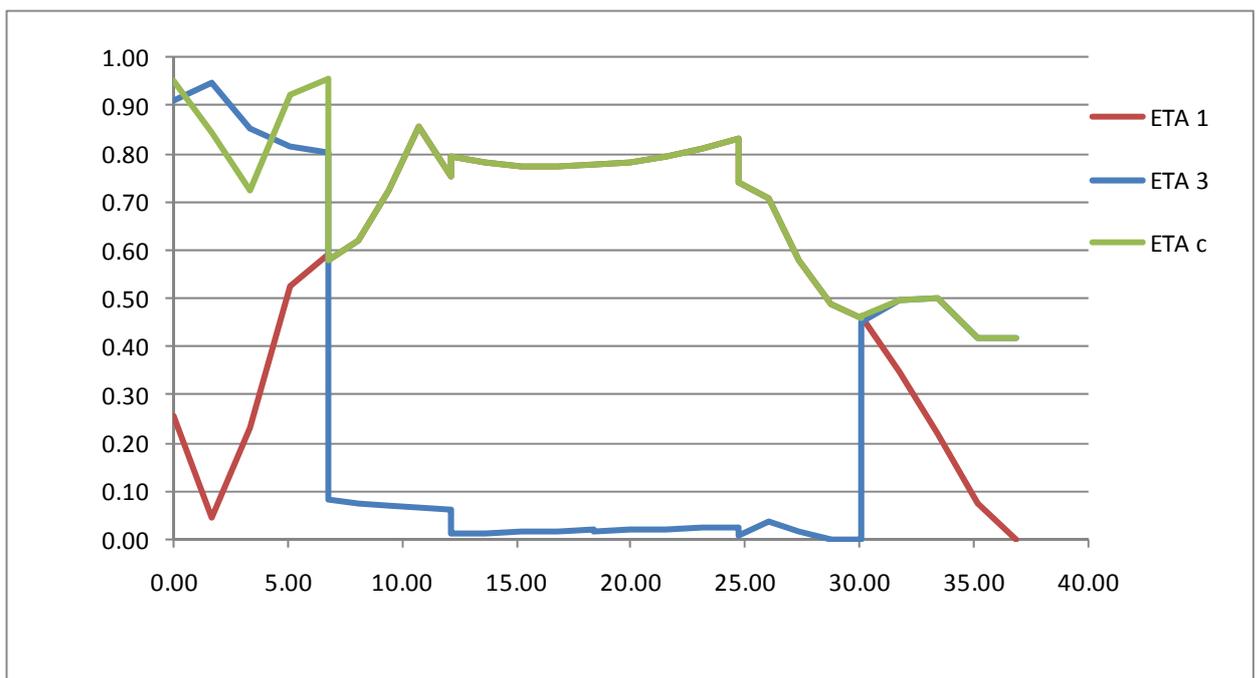
- Pannello B



- Pannello C



- Pannello D



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.4.3 Verifica dei pannelli più sollecitati

Si riportano le verifiche effettuate sulle sezioni dei pannelli nelle condizioni di massima sollecitazione. I seguenti calcoli si riferiscono agli elementi del traverso 3, essendo le sezioni di quest'ultimo quelle maggiormente sollecitate.

6.2.4.3.1 Pannello A

Frame	Station	progressiva
Text	m	m
33	0.000	12.106

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 12.

SEZIONE 1

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
742.96	-2770.51	-0.69	186.17	724.34	-156505.82

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	388000
I _x	1.17E+12
I _y	5.41E+11

Pannello	L (mm)	s (mm)	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)
A	2800	30	-1400	2200	1400	2200	84000	5.49E+10
B	4400	25	1400	2200	1400	-2200	110000	1.77E+11
C	2800	30	1400	-2200	-1400	-2200	84000	5.49E+10
D	4400	25	-1400	-2200	-1400	2200	110000	1.77E+11

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
A	84000	296.65	292.90	3.92E+07	24921.67	20.81	73.48	
B	110000	292.90	-296.65	-8.07E+07	4.43	-1352.01	-23778.25	
C	84000	-296.65	-292.90	-3.92E+07	-24599.98	-21.50	73.48	
D	110000	-292.90	296.65	8.07E+07	416.83	-1418.50	-23778.25	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

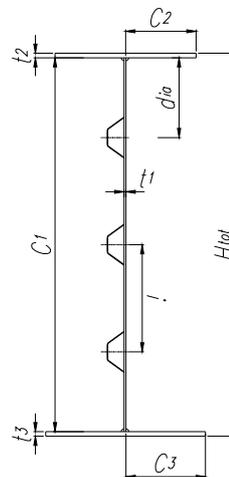
$N_{Ed} = 24921.67 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 73.48 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 20.81 \text{ kN}$

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355		
E_a [MPa]	210000		Modulo elastico acciaio
ν	0.3		Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2		Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355		Tensione di snervamento ($t \leq 40 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($t > 80 \text{ mm}$)
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

$H_{tot} =$	2800	mm	
$C_1 =$	2800	mm	
$t_1 =$	30	mm	
$C_2 =$	0	mm	
$t_2 =$	0	mm	
$C_3 =$	0	mm	
$t_3 =$	0	mm	
Irrigidimento=	4	tipologia di irrigidimento adottata	
$N_{irr,long} =$	3	numero di irrigidimenti longitudinali	
$h_{i,irr,long} =$		altezze irrigidimenti longitudinali	
$a =$	6250	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda} =$	105168	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda} =$	1400.0	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y} =$	6.004E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda} =$	47.41	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z} =$	1.14E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima} =$	105168	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima} =$	47.41	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima} =$	1.135E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima **3** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	12.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	12.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	300.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	300.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	741.0	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	6250.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	29286	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	2101194.0	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	56.75	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	3.62E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = 24921.67024$ kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = 73.48254927$ kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = 20.81233943$ kN	Taglio di progetto
$h_w = 2800$ mm	altezza pannello
$t = 30$ mm	spessore pannello
$N_{irr,long} = 3$	numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 14.098$	
$k_\tau = 21.058$	coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$	
$h_w/t = 93.33$	< 96.0225674903926 pannello verificato
$\sigma_E = 2.18$ N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 45.93$ N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$ N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$ N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$ mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 0.67$	coefficiente di snellezza
$\chi_w = 1.20$	coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{rk} = 0.0$ KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = 18781.73$ KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \#DIV/0!$ KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = 0.0$ KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 18781.73$ KN	
$V_{b,Rd} = 18781.7$ KN	> 20.8123394318182 Verifica soddisfatta!
$\eta_b = 0.0$	

$$V_{bw,Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$M_{f,red} = \frac{M_{Bk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf}} \right)$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$$

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	-	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	105168.00	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	1400.00	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	0.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	6.00E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-4.29E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	24921.7	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	73.48	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{eff}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.70} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica\ soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.70}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.70}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.4.3.2 Pannello B

Frame	Station	progressiva
Text	m	m
34	4.001	10.772

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 4.

SEZIONE 2

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
-866.23	-2502.57	69.64	-273.34	-525.73	-155541.63

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	425500
I _x	1.54E+12
I _y	8.49E+11

Pannello	L (mm)	s (mm)	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	A (mm ²)	I _{lg} (mm ⁴)
A	3350	30	-1675	2413	1675	2413	100500	9.40E+10
B	4825	25	1675	2413	1675	-2413	120625	2.34E+11
C	3350	25	1675	-2413	-1675	-2413	83750	7.83E+10
D	4825	25	-1675	-2413	-1675	2413	120625	2.34E+11

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{lg}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
A	100500	242.56	244.64	5.61E+07	24277.17	6.50	-58.19	
B	120625	244.64	-242.56	-9.70E+07	-120.48	-1292.08	-23629.80	
C	83750	-242.56	-244.64	-4.68E+07	-20571.97	63.15	-48.49	
D	120625	-244.64	242.56	9.70E+07	-370.66	-1210.49	-23629.80	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

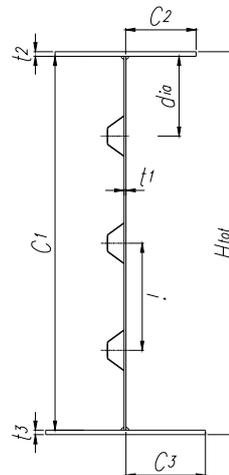
$N_{Ed} = -120.48 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = -23629.80 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = -1292.08 \text{ kN}$

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355		
E_a [MPa]	210000		Modulo elastico acciaio
ν	0.3		Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2		Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355		Tensione di snervamento ($t \leq 40 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($t > 80 \text{ mm}$)
S.L.U γ_{M0}	1.05		Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U γ_{M1}	1.10		Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U γ_{M2}	1.25		Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
ϵ	0.81		

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	4825	mm	
C1=	4825	mm	
t1=	25	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr,long=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi,irr.long=		altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	5050	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda}$ =	138225	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda}$ =	2353.6	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y}$ =	2.514E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda}$ =	14.32	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z}$ =	2.59E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima}$ =	138225	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima}$ =	14.32	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima}$ =	2.593E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Classe anima **4** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	22.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	-	mm	-
$h_i =$	200.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	-	mm	-
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	629.5	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	5050.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	20137.5	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	746718.8	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	24.58	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	5.90E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -120.48163$	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = -23629.8037$	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = -1292.0839$	kN	Taglio di progetto
$h_w = 4825$	mm	altezza pannello
$t = 25$	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} = 4$		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 7.743$		
$k_\tau = 18.164$		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$		
$h_w/t = 193.00$	> 89.1812127607205	verifica necessaria!
$\sigma_E = 0.51$	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 9.27$	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 1.49$		coefficiente di snellezza
$\chi_w = 0.62$		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{rk} = 0.0$	kNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = 14029.15$	kN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \#DIV/0!$	kNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = 0.0$	kN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 26970.79$	kN	
$V_{b,Rd} = 14029.2$	kN	> 1292.08390253731 Verifica soddisfatta!
$\eta_b = 0.1$		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.047		
$\psi =$	0.500		
$\bar{y}_{tot} =$	14.32	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{sl,tot,z} =$	2.59E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	37.56		
$\delta =$	0.146		
$k_{\sigma,p} =$	41.063		
$\sigma_{cr,e} =$	5.10	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	209.46	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	750.0	mm	
$b_2 =$	4075.0	mm	
$a_c =$	7181.13	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	262.16	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	1550.0	mm	
$b^1_1 =$	750.0	mm	
$b^1_2 =$	800.0	mm	
$a_{c1} =$	4226.35	mm	
$\sigma_{cr,sl1} =$	1060.18	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso
$\sigma_{cr,p1} =$	1553.18	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso
$b^2 =$	4075.0	mm	
$b^2_1 =$	800.0	mm	
$b^2_2 =$	3275.0	mm	
$a_{c2} =$	6929.91	mm	
$\sigma_{cr,sl2} =$	279.51	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso
$\sigma_{cr,p2} =$	812.47		tensione critica di pannello II caso
$b^3 =$	4825.0	mm	
$b^3_1 =$	1106.0	mm	
$b^3_2 =$	3719.0	mm	
$a_{c3} =$	9903.04	mm	
$\sigma_{cr,sl3} =$	224.61	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso
$\sigma_{cr,p3} =$	422.26		tensione critica di pannello III caso
$\sigma_{cr,p} =$	422.26	N/mm ²	tensione critica di pannello
$\sigma_{cr,p} =$	209.46	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	63713.71	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	13200.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t =$	50591.92	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	63791.92	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	1.0012		
$\lambda_p =$	1.3027		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	-1.0420		

$\rho = 0.704194$

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	2362.9	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1612.9	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	23518.75	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	6.106E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	211.00	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} =$	309.12	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	23518.75	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	1.072		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	50.95	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	18.71	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 =$	93.79	mm	
$e =$	93.79	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.656		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	1.3600		
$\chi^c =$	0.4551		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta = 0.0000$

$\rho_c = 0.455 = (\rho - \chi_c)\zeta(2 - \zeta) + \chi_c$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	11.38	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	10.01	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	103731.29	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	2674.96	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	321.35	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.11E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	7.89E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-120.5	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-23629.80	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{eff}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.89} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica\ soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.89}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.89}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.4.3.3 Pannello C

Frame	Station	progressiva
Text	m	m
33	0.000	12.106

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 12.

SEZIONE 1

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
742.96	-2770.51	-0.69	186.17	724.34	-156505.82

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	388000
I _x	1.17E+12
I _y	5.41E+11

Pannello	L (mm)	s (mm)	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	A (mm ²)	I _{ig} (mm ⁴)
A	2800	30	-1400	2200	1400	2200	84000	5.49E+10
B	4400	25	1400	2200	1400	-2200	110000	1.77E+11
C	2800	30	1400	-2200	-1400	-2200	84000	5.49E+10
D	4400	25	-1400	-2200	-1400	2200	110000	1.77E+11

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{ig}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
A	84000	296.65	292.90	3.92E+07	24921.67	20.81	73.48	
B	110000	292.90	-296.65	-8.07E+07	4.43	-1352.01	-23778.25	
C	84000	-296.65	-292.90	-3.92E+07	-24599.98	-21.50	73.48	
D	110000	-292.90	296.65	8.07E+07	416.83	-1418.50	-23778.25	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

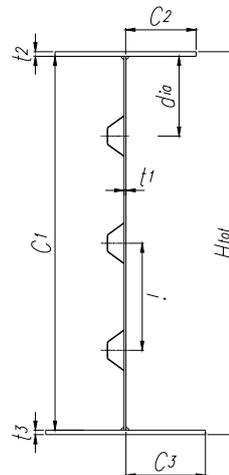
$N_{Ed} = -24599.98 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 73.48 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = -21.50 \text{ kN}$

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355		
E_a [MPa]	210000		Modulo elastico acciaio
ν	0.3		Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2		Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355		Tensione di snervamento ($t \leq 40 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($t > 80 \text{ mm}$)
S.L.U	γ_{M0}	1.05	Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U	γ_{M1}	1.10	Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U	γ_{M2}	1.25	Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
	ϵ	0.81	

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2800	mm	
C1=	2800	mm	
t1=	30	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	4	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr,long=	3	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi,irr.long=		altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	6250	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda}$ =	105168	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda}$ =	1400.0	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y}$ =	6.004E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda}$ =	47.41	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z}$ =	1.14E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima}$ =	105168	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima}$ =	47.41	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima}$ =	1.135E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Classe anima **3** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	12.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	12.0	mm	spessore irrigidimento
$h_i =$	300.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	300.0	mm	base minore irrigidimento
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	741.0	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	6250.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	29286	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	2101194.0	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	56.75	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	3.62E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -24599.978$	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = 73.48254927$	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = -21.4993094$	kN	Taglio di progetto
$h_w = 2800$	mm	altezza pannello
$t = 30$	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} = 3$		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 14.098$		
$k_\tau = 21.058$		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$		
$h_w/t = 93.33$		< 96.0225674903926 pannello verificato
$\sigma_E = 2.18$	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 45.93$	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 0.67$		coefficiente di snellezza
$\chi_w = 1.20$		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{rk} = 0.0$	kNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = 18781.73$	kN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \#DIV/0!$	kNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = 0.0$	kN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 18781.73$	kN	
$V_{b,Rd} = 18781.7$	kN	> 21.4993094318182 Verifica soddisfatta!
$\eta_b = 0.0$		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	2.232		
$\psi =$	1.015		
$y_{\text{bar,tot}} =$	47.41	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{\text{sl,tot,z}} =$	1.14E+09	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	163.95		
$\delta =$	0.252		
$k_{\sigma,p} =$	26.883		
$\sigma_{\text{cr,e}} =$	21.81	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	586.35	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	800.0	mm	
$b_2 =$	2000.0	mm	
$a_c =$	8084.67	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}} =$	915.98	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	1400.0	mm	
$b^1_1 =$	800.0	mm	
$b^1_2 =$	600.0	mm	
$a_{c1} =$	5265.99	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}1} =$	2687.92	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso
$\sigma_{\text{cr,p}1} =$	2687.92	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso
$b^2 =$	2000.0	mm	
$b^2_1 =$	600.0	mm	
$b^2_2 =$	1400.0	mm	
$a_{c2} =$	6310.19	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}2} =$	1707.38	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso
$\sigma_{\text{cr,p}2} =$	1707.38		tensione critica di pannello II caso
$b^3 =$	2800.0	mm	
$b^3_1 =$	1099.8	mm	
$b^3_2 =$	1700.2	mm	
$a_{c3} =$	10343.66	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}3} =$	794.91	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso
$\sigma_{\text{cr,p}3} =$	794.91		tensione critica di pannello III caso
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	794.91	N/mm ²	tensione critica di pannello
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	586.35	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c = 105168.00$	mm^2	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} = 21168.00$	mm^2	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t = 60179.87$	mm^2	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} = 81347.87$	mm^2	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p = 0.7735$		
$\lambda_p = 0.6843$		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi = 0.9855$		
$\rho = 0.993211$		

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 1.0$	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl} = 1.0$	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 28151.46$	mm^2	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 3.589E+08$	mm^4	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 676.45$	N/mm^2	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} = 676.45$	N/mm^2	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} = 28151.46$	mm^2	
$\beta_{A,c}^c = 1.0000$		
$\lambda_c = 0.724$		snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 112.91$	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 = 55.27$	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irri.
$e_1 = 180.26$	mm	
$e = 180.26$	mm	
$\alpha = 0.49$		fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.634$		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.9286$		
$\chi^c = 0.6625$		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta = 0.0000$		
$\rho_c = 0.662$	$= (\rho - \chi_c) \xi (2 - \xi) + \chi_c$	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	19.87	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	7.95	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	7.95	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	77712.88	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	1399.89	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	-0.11	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	5.90E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-4.21E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-24600.0	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	73.48	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{eff}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.94} < \mathbf{1} \quad \mathbf{Verifica\ soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.94}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.94}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

6.2.4.3.4 Pannello D

Frame	Station	progressiva
Text	m	m
34	4.001	10.772

La verifica è effettuata con la combinazione di carico numero 4.

SEZIONE 2

Sollecitazioni sezione

P	V2	V3	T	M2	M3
-866.23	-2502.57	69.64	-273.34	-525.73	-155541.63

Caratteristiche Geometriche

Sezione Lorda

A	425500
I _x	1.54E+12
I _y	8.49E+11

Pannello	L (mm)	s (mm)	x ₁ (mm)	y ₁ (mm)	x ₂ (mm)	y ₂ (mm)	A (mm ²)	I _{ig} (mm ⁴)
A	3350	30	-1675	2413	1675	2413	100500	9.40E+10
B	4825	25	1675	2413	1675	-2413	120625	2.34E+11
C	3350	25	1675	-2413	-1675	-2413	83750	7.83E+10
D	4825	25	-1675	-2413	-1675	2413	120625	2.34E+11

Pannello	A (mm ²)	σ ₁ (N/mm ²)	σ ₂ (N/mm ²)	W _{ig}	N (kN)	T (kN)	M ₁ (kNm)	M ₂ (kNm)
A	100500	242.56	244.64	5.61E+07	24277.17	6.50	-58.19	
B	120625	244.64	-242.56	-9.70E+07	-120.48	-1292.08	-23629.80	
C	83750	-242.56	-244.64	-4.68E+07	-20571.97	63.15	-48.49	
D	120625	-244.64	242.56	9.70E+07	-370.66	-1210.49	-23629.80	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

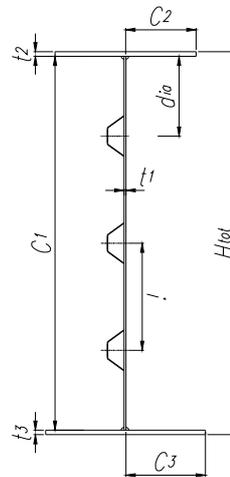
$N_{Ed} = -370.66 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = -23629.80 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = -1210.49 \text{ kN}$

Materiali e caratteristiche di resistenza

qualità di acciaio:	S 355		
E_a [MPa]	210000		Modulo elastico acciaio
ν	0.3		Coefficiente di Poisson
G_a [MPa]	80769.2		Modulo di taglio acciaio
f_y [MPa]	355		Tensione di snervamento ($t \leq 40 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($40 < t \leq 80 \text{ mm}$)
f_y [MPa]	335		Tensione di snervamento ($t > 80 \text{ mm}$)
S.L.U γ_{M0}	1.05		Coeff. di sicurezza resistenza sezioni classe 1-2-3-4
S.L.U γ_{M1}	1.10		Coeff. di sicurezza resistenza all'instabilità
S.L.U γ_{M2}	1.25		Coeff. di sicurezza per sezioni indebolite dai fori
ϵ	0.81		

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	4825	mm	
C1=	4825	mm	
t1=	25	mm	
C2=	0	mm	
t2=	0	mm	
C3=	0	mm	
t3=	0	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr,long=	4	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi,irr.long=		altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	5050	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{s,lorda}$ =	138225	mm ²	area sezione lorda
$Z_{Gs,lorda}$ =	2353.6	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
$I_{s,lorda,y}$ =	2.514E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
$Y_{Gs,lorda}$ =	14.32	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
$I_{s,lorda,z}$ =	2.59E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
$A_{p,anima}$ =	138225	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
$Y_{p,anima}$ =	14.32	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
$I_{p,anima}$ =	2.593E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Classe anima **4** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf. **#DIV/O!** Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

$t_1 =$	22.0	mm	spessore irrigidimento
$t_2 =$	-	mm	-
$h_i =$	200.0	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} =$	-	mm	-
$l =$	-	mm	-
$l_{coll.} =$	629.5	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a =$	5050.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} =$	20137.5	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	746718.8	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	24.58	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	5.90E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = -370.655579$ kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = -23629.8037$ kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} = -1210.49012$ kN	Taglio di progetto
$h_w = 4825$ mm	altezza pannello
$t = 25$ mm	spessore pannello
$N_{irr,long} = 4$	numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} = 7.743$	
$k_\tau = 18.164$	coefficiente per instabilità a taglio
$\eta = 1.2$	
$h_w/t = 193.00$	> 89.1812127607205 verifica necessaria!
$\sigma_E = 0.51$ N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} = 9.27$ N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} = 355.00$ N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} = 355.00$ N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f = 0$ mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w = 1.49$	coefficiente di snellezza
$\chi_w = 0.62$	coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{rk} = 0.0$ KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = 14029.15$ KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \#DIV/0!$ KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = 0.0$ KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 26970.79$ KN	
$V_{b,Rd} = 14029.2$ KN	> 1210.49011746269 Verifica soddisfatta!
$\eta_b = 0.1$	

$$V_{bw,Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$M_{f,red} = \frac{M_{Bk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf}} \right)$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$$

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

verifica stabilità di piastra:

piastra con tre o più irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$\alpha_1 =$	1.047		
$\psi =$	0.500		
$y_{\text{bar,tot}} =$	14.32	mm	distanza asse anima- baricentro piastra irrigidita
$I_{\text{sl,tot,z}} =$	2.59E+08	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico intera piastra irrigidita
$\gamma =$	37.56		
$\delta =$	0.146		
$k_{\sigma,p} =$	41.063		
$\sigma_{\text{cr,e}} =$	5.10	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	209.46	N/mm ²	tensione critica di pannello

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	750.0	mm	
$b_2 =$	4075.0	mm	
$a_c =$	7181.22	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}} =$	262.10	Mpa	tensione critica euleriana

piastra con due irrigiditori longitudinali in zona compressa:

$b^1 =$	1550.0	mm	
$b^1_1 =$	750.0	mm	
$b^1_2 =$	800.0	mm	
$a_{c1} =$	4226.40	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}1} =$	1059.93	N/mm ²	tensione critica euleriana I caso
$\sigma_{\text{cr,p}1} =$	1546.99	N/mm ²	tensione critica di pannello I caso
$b^2 =$	4075.0	mm	
$b^2_1 =$	800.0	mm	
$b^2_2 =$	3275.0	mm	
$a_{c2} =$	6930.27	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}2} =$	279.26	N/mm ²	tensione critica euleriana II caso
$\sigma_{\text{cr,p}2} =$	799.42		tensione critica di pannello II caso
$b^3 =$	4825.0	mm	
$b^3_1 =$	1106.7	mm	
$b^3_2 =$	3718.3	mm	
$a_{c3} =$	9905.52	mm	
$\sigma_{\text{cr,sl}3} =$	224.47	N/mm ²	tensione critica euleriana III caso
$\sigma_{\text{cr,p}3} =$	419.26		tensione critica di pannello III caso
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	419.26	N/mm ²	tensione critica di pannello
$\sigma_{\text{cr,p}} =$	209.46	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	64189.99	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	13200.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t =$	50774.08	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	63974.08	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.9966		
$\lambda_p =$	1.2997		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	-1.0255		
$\rho =$	0.70513		

verifica stabilità di colonna:

$b_c =$	2382.1	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,l} =$	1632.1	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} =$	23524.94	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} =$	6.106E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} =$	210.95	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} =$	307.89	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} =$	23524.94	mm ²	
$\beta_{A,c}^c =$	1.0000		
$\lambda_c =$	1.074		snellezza relativa di colonna del pannello
$i =$	50.95	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 =$	18.70	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irri.
$e_1 =$	93.80	mm	
$e =$	93.80	mm	
$\alpha =$	0.49		fattore di imperfezione
$\alpha_e =$	0.656		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi =$	1.3630		
$\chi^c =$	0.4540		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta =$	0.0000	
$\rho_c =$	0.454	$= (\rho - \chi_c) \xi (2 - \xi) + \chi_c$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	11.35	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	9.99	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	103551.05	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	2676.09	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$e_{Nz} =$	322.48	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$I_{y,eff.} =$	2.11E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	7.88E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$N_{Ed} =$	-370.7	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-23629.80	KNm	Momento di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{f_y A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + (N_{Ed} \cdot e_N)}{\frac{f_y W_{eff}}{\gamma_{M0}}} \leq 1,0 \quad \mathbf{0.90} < 1 \quad \mathbf{Verifica soddisfatta!}$$

$$\eta_1 = \mathbf{0.90}$$

$$\eta_{comb.} = \mathbf{0.90}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7 Deformazioni in esercizio

7.1 Carreggiata direzione ME

Campata 1

L = 60460 mm

$f_{pp} = 32.4$ mm

$f_{perm} = 18.1$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 50.5$ mm <L/150

$f_{acc} = 54.1$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 2

L = 79560 mm

$f_{pp} = 58.9$ mm

$f_{perm} = 28.2$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 87.1$ mm <L/150

$f_{acc} = 86.4$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 3

L = 80010 mm

$f_{pp} = 53.1$ mm

$f_{perm} = 26.2$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 79.3$ mm <L/150

$f_{acc} = 91.6$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 4

L = 80010 mm

$f_{pp} = 54.0$ mm

$f_{perm} = 28.2$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 82.2$ mm <L/150

$f_{acc} = 92.9$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 5

L = 80010 mm

$f_{pp} = 41.4$ mm

freccia peso proprio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$$f_{perm} = 21.7 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 63.1 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = 88.2 \text{ mm} < L/500$$

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 6

$$L = 76850 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = 74.4 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = 45.3 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 119.7 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = 104.7 \text{ mm} < L/500$$

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

7.2 Carreggiata direzione RC

Campata 1

$$L = 60000 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = 34.2 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = 21.0 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 55.2 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = 49.9 \text{ mm} < L/500$$

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 2

$$L = 77150 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = 55.3 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = 29.2 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 84.5 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = 72.4 \text{ mm} < L/500$$

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 3

$$L = 76610 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = 49.0 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = 26.7 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 75.7 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = 73.0 \text{ mm} < L/500$$

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Campata 4

L = 76610 mm

$f_{pp} = 50.0$ mm

$f_{perm} = 28.7$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 78.7$ mm <L/150

$f_{acc} = 74.1$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 5

L = 76610 mm

$f_{pp} = 38.6$ mm

$f_{perm} = 22.5$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 61.1$ mm <L/150

$f_{acc} = 71.4$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Campata 6

L = 73580 mm

$f_{pp} = 64.4$ mm

$f_{perm} = 40.0$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = 104.4$ mm <L/150

$f_{acc} = 80.9$ mm <L/500

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

7.3 Trasversi sulle pile

Pila 1

L = 22600 mm

$f_{pp} = 1.0$ mm

$f_{perm} = -5.2$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = -4.2$ mm <L/150

$f_{acc} = -5.5$ mm <L/500

distanza tra gli appoggi

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Pila 2

L = 22600 mm

$f_{pp} = -1.0$ mm

$f_{perm} = -6.2$ mm

$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = -7.2$ mm <L/150

distanza tra gli appoggi

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$$f_{acc} = -6.5 \text{ mm} < L/500$$

freccia carichi mobili

Pila 3

$$L = 22600 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = -1.3 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = -6.3 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = -7.6 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = -6.6 \text{ mm} < L/500$$

distanza tra gli appoggi

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Pila 4

$$L = 22600 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = -5.7 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = -6.7 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = -12.4 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = -7.0 \text{ mm} < L/500$$

distanza tra gli appoggi

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

Pila 5

$$L = 22600 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = -6.6 \text{ mm}$$

$$f_{perm} = -6.5 \text{ mm}$$

$$f_{perm,tot} = f_{pp} + f_{perm} = -13.1 \text{ mm} < L/150$$

$$f_{acc} = -6.7 \text{ mm} < L/500$$

distanza tra gli appoggi

freccia peso proprio

freccia permanenti portati

freccia carichi permanenti totali

freccia carichi mobili

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8 Impalcato: effetti locali

Il cassone utilizzato per ambedue gli impalcati stradali del Viadotto Pantano presenta superiormente una lastra ortotropa. Gli irrigidimenti longitudinali di tale lastra sono composti da canalette trapezoidali nonché da due irrigidimenti a piatto. Le canalette sono poste ad interasse costante di 600 mm.

I traversi sono composti da un pannello metallico rinforzato pieno e sono disposti secondo un interasse costante di 3.75 m.

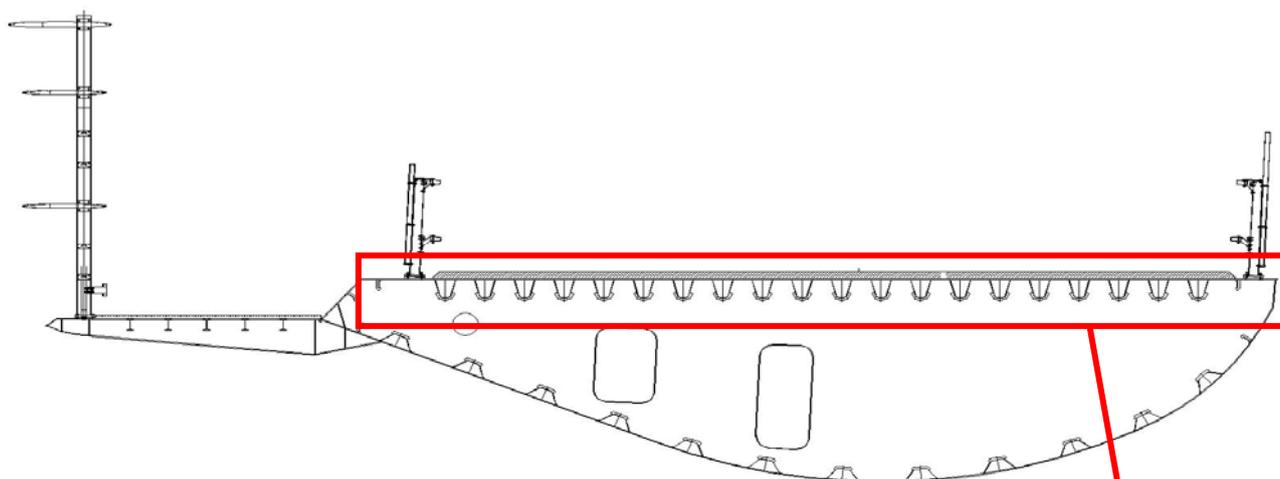


Figura 11: Sezione trasversale in corrispondenza del traverso.

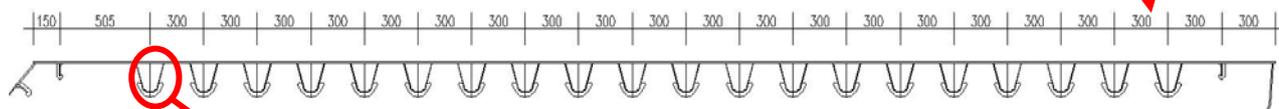


Figura 12: Lastra ortotropa superiore.

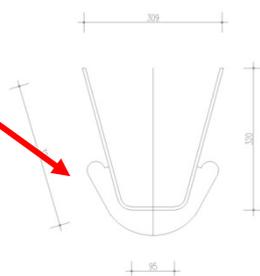


Figura 13: Canaletta longitudinale.

8.1 Lastra ortotropa superiore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8.1.1 Analisi delle sollecitazioni in fase di esercizio

8.1.1.1 Modello di calcolo

Per il computo delle sollecitazioni dovute ad effetti locali sulla lastra ortotropa superiore inclusi gli irrigidimenti longitudinali, si è ricorsi all'impiego di un modello agli elementi finiti, che schematizza la lastra superiore e gli irrigidimenti longitudinali. Il modello ha una larghezza pari a quella della lastra superiore ed una lunghezza pari a sei campi fra i traversi ossia $6 \times 3.75 = 22.5$ m.

Nel modello in parola, la lastra è modellata con elementi shell così come le canalette longitudinali. I traversi sono modellati come semplici appoggi.

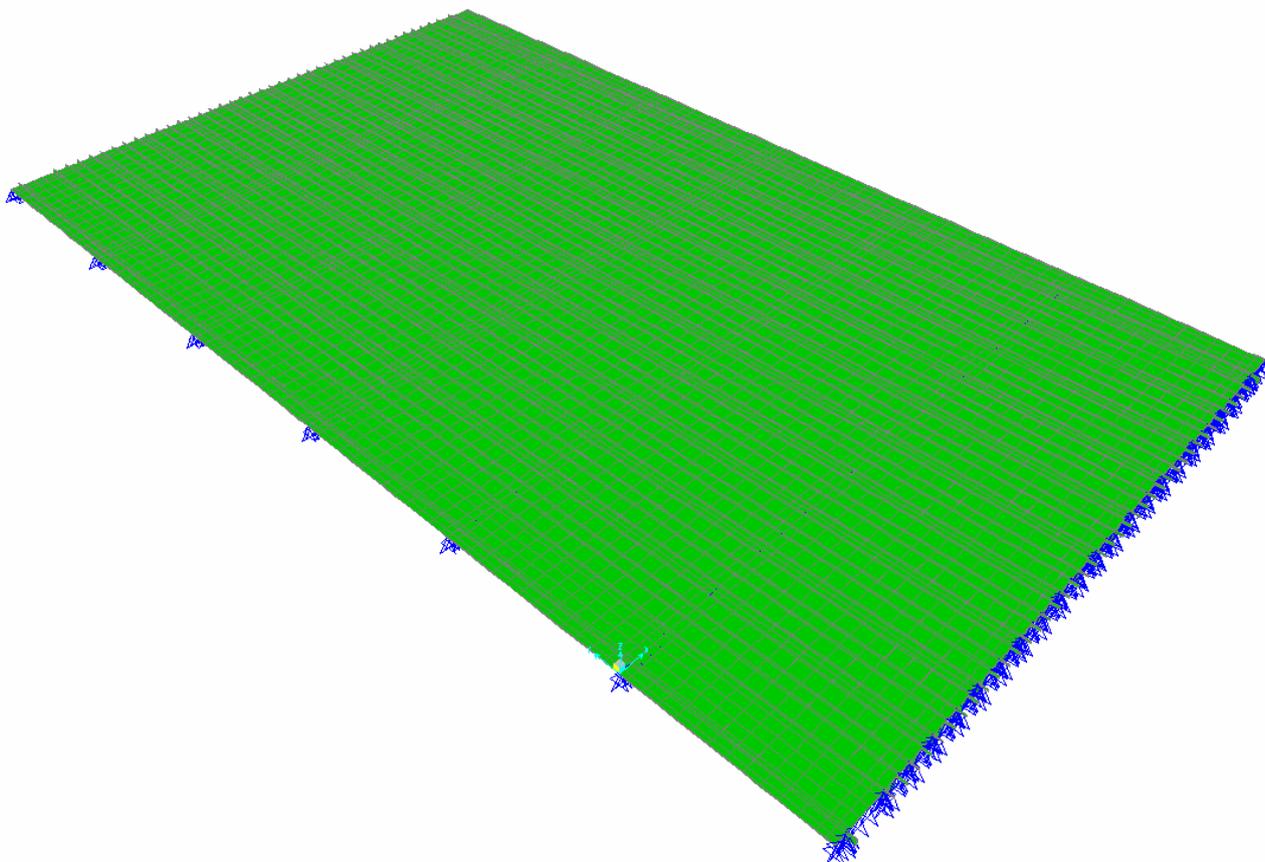


Figura 14: rappresentazione assonometrica del modello utilizzato per il calcolo degli effetti locali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

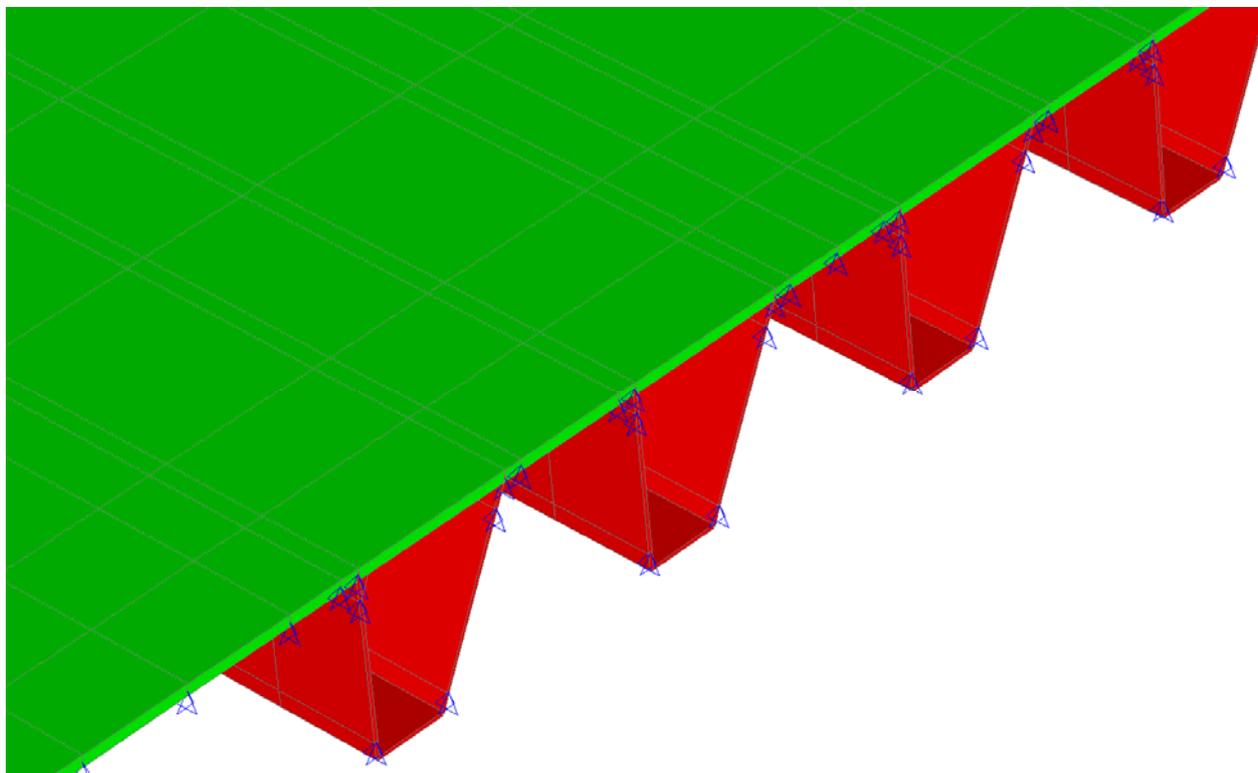


Figura 15: vista estrusa delle canalette longitudinali in corrispondenza degli appoggi del traverso.

Numero di nodi:	20412
Numero di elementi <i>frame</i> :	172
Numero di elementi <i>shell</i> :	20916

I carichi considerati sono sotto elencati:

- Sovraccarichi permanenti;
- Sovraccarichi accidentali e relativi incrementi dinamici;
- Urto di veicoli in svio sulle barriere sicurvia;

Per l'applicazione dei suddetti carichi al modello in esame, si è proceduto come descritto di seguito:

- Le azioni associate al peso proprio della pavimentazione ed ai sovraccarichi accidentali sono state assegnate come forze uniformemente distribuite sulla superficie degli elementi piastra interessati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- L'azione associata al peso proprio dei sicurvia è stata modellata come forza uniformemente ripartita su elementi trave fittizi, dotati di rigidezza flessionale nulla e disposti in modo da simulare l'effettiva ripartizione del carico reale.

8.1.1.2 Pesì propri e sovraccarichi permanenti

Si tiene conto dei seguenti carichi permanenti:

Pavimentazione (H=0.12 m.)	2.64	kN/m ²
Barriere sicurvia	1.50	kN/m

Come descritto nel paragrafo precedente, le azioni espresse in termini di forza per unità di superficie sono applicate direttamente agli elementi piastra che modellano la soletta, mentre i rimanenti carichi sono assegnati ad elementi trave fittizi dotati di rigidezza flessionale nulla.

8.1.1.3 Sovraccarichi accidentali stradali e relativi incrementi dinamici.

Per quanto concerne i sovraccarichi accidentali, per i veicoli stradali sono stati considerati i due schemi di carico (Schema di carico 1 e 2) e le disposizioni illustrate più sotto. Per l'applicazione dei carichi in questione, si è considerata, per lo Schema di carico 1, una ripartizione a 45° delle forze trasmesse dalla singola impronta di carico (di dimensioni 0.40 X 0.40 m.) fino al piano medio della lastra, ottenendo un'area di carico per ogni singola impronta di:

$$H^* = H + H_{\text{bitumato}} + H_{\text{bitumato}} + \frac{1}{2} S_{\text{lastra}} + \frac{1}{2} S_{\text{lastra}} = 0.40 + 0.12 + 0.12 + 0.008 + 0.008 = 0.656 \text{ m}$$

$$b^* = 0.40 + 0.12 + 0.12 + 0.008 + 0.008 = 0.656 \text{ m}$$

Per lo Schema di carico 2, analogamente, si è considerata una ripartizione a 45° delle forze trasmesse dalla singola impronta di carico (di dimensioni 0.60 X 0.35 m.) fino al piano medio della soletta, ottenendo un'area di carico di 0.856x0.606 m. per la singola impronta di carico.

Per i carichi dovuti ai veicoli stradali è stato considerato un coefficiente amplificativo per effetti dinamici pari a $\Phi=1$ in quanto già computato nei valori forniti dalla normativa.

8.1.1.4 Urto dei veicoli in svio sulle barriere sicurvia.

Sulla base delle prescrizioni normative, l'urto di un veicolo stradale sulle barriere sicurvia è stato modellato mediante l'introduzione di un sistema di forze analogo a quello descritto nel §4.12. Per i carichi in questione, si considera una ripartizione su 3 montanti contigui, secondo il seguente schema:

- 50% delle forze sul montante centrale;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- 25% delle forze su ciascuno dei montanti adiacenti.

Considerando che il piano d'applicazione delle azioni in parola si trova ad un'altezza pari a 1 m. rispetto al baricentro della soletta, si ottiene quanto segue:

- $F_{long} = 50.00 \text{ kN}$, $F_{trasv} = 50 \text{ kN}$, $M_{long} = 50 \text{ kNm}$, $M_{trasv} = 50 \text{ kNm}$ per il montante centrale;
- $F_{long} = 25 \text{ kN}$, $F_{trasv} = 25 \text{ kN}$, $M_{long} = 25 \text{ kNm}$, $M_{trasv} = 25 \text{ kNm}$ per i montanti laterali.

Le azioni sopra elencate sono state introdotte nel modello mediante il ricorso ad elementi trave fittizi, dotati di rigidità flessionale nulla e disposti in corrispondenza dei montanti interessati dall'urto. Su tali elementi trave i carichi all'oggetto sono stati dunque assegnati come momenti e forze concentrate in corrispondenza dell'asse del montante.

8.1.1.5 Disposizione dei carichi stradali

I carichi sono stati assegnati con varie disposizioni longitudinali in modo da massimizzare gli effetti su varie sezioni di calcolo.

Di seguito si riportano gli schemi delle zone e degli schemi di assegnazione dei carichi.

Caso di carico: Stradale 1_1

Schema di carico: 1

N° corsie convenzionali: 3

Larghezza totale zona caricata con rimanente (2.5 kN/m^2): 2.96 m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

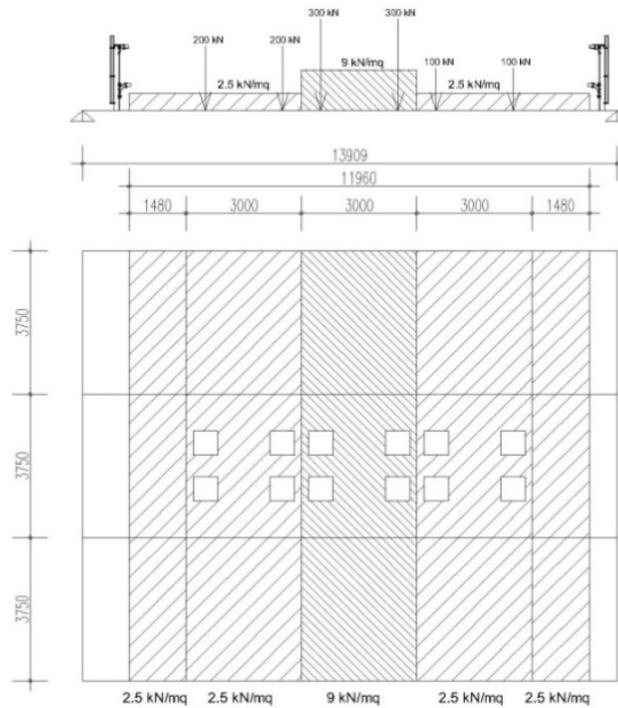


Figura 16: Schema della disposizione dei carichi per il caso di carico “Stradale 1_1”.

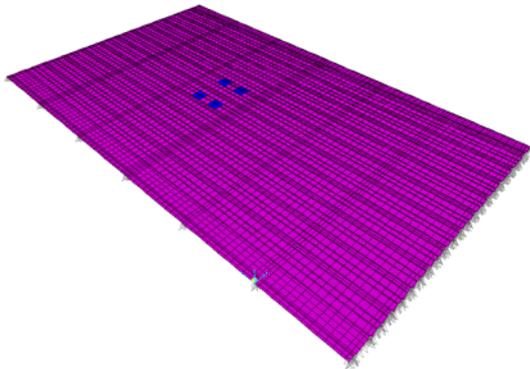


Figura 17: Corsia convenzionale 1

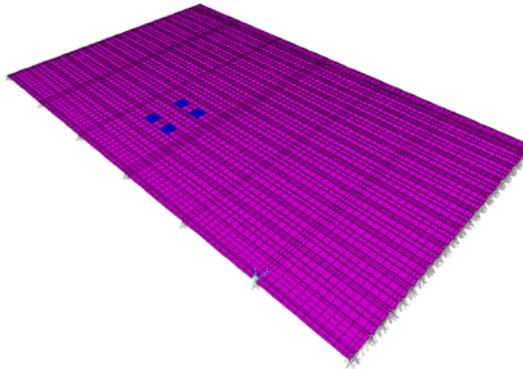


Figura 18: Corsia convenzionale 2

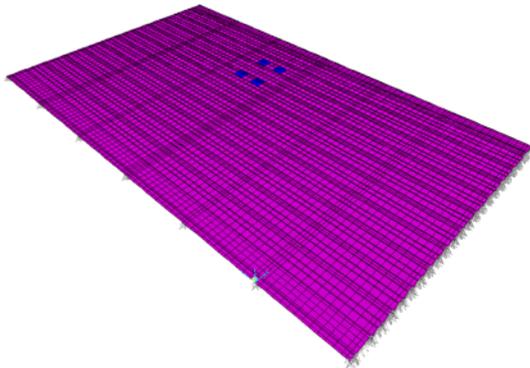


Figura 19: Corsia convenzionale 3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Caso di carico: Stradale 1_2

Schema di carico: 1

N° corsie convenzionali: 3

Larghezza totale zona caricata con rimanente (2.5 kN/m²): 2.96 m.

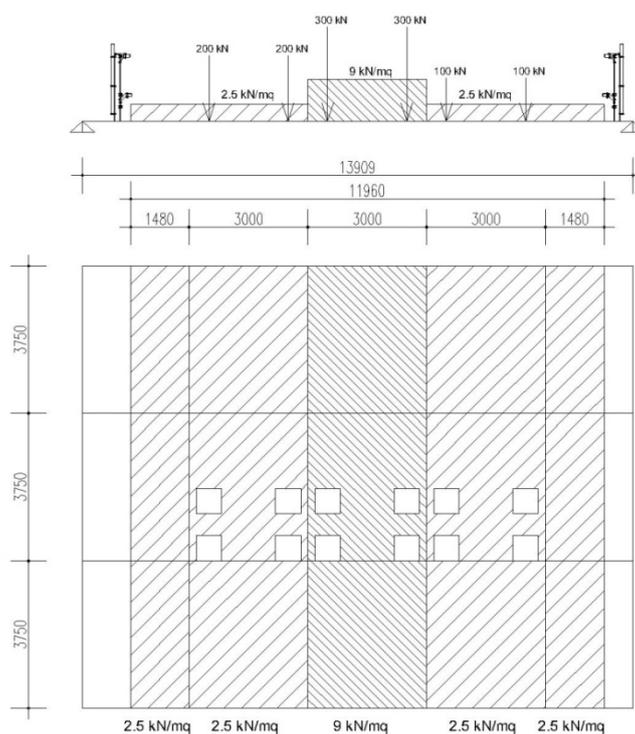


Figura 20: Schema della disposizione dei carichi per il caso di carico "Stradale 1_2".

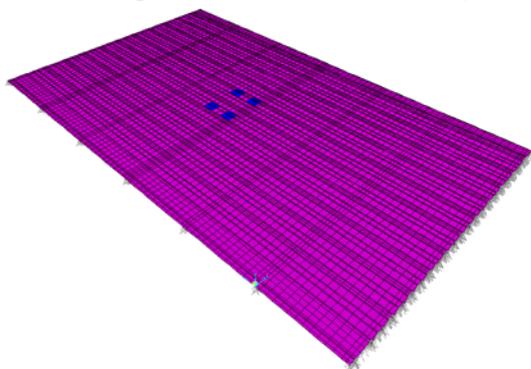


Figura 21: Corsia convenzionale 1

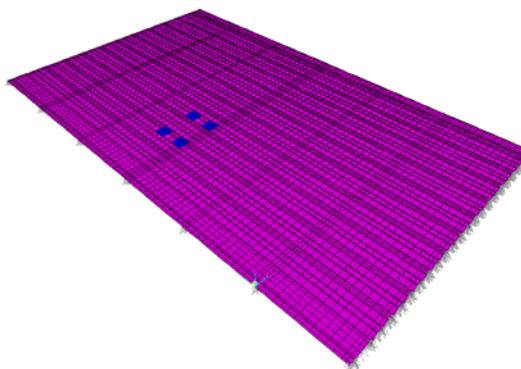


Figura 22: Corsia convenzionale 2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

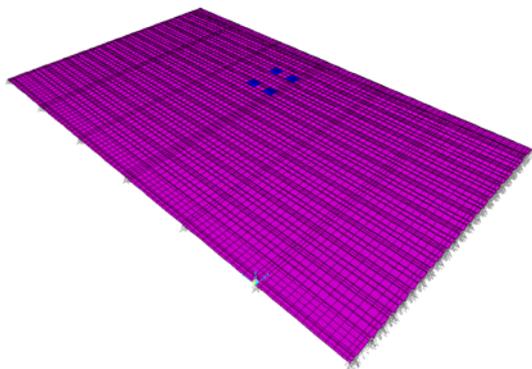


Figura 23: Corsia convenzionale 3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Caso di carico: Stradale 2_1

Schema di carico: 2

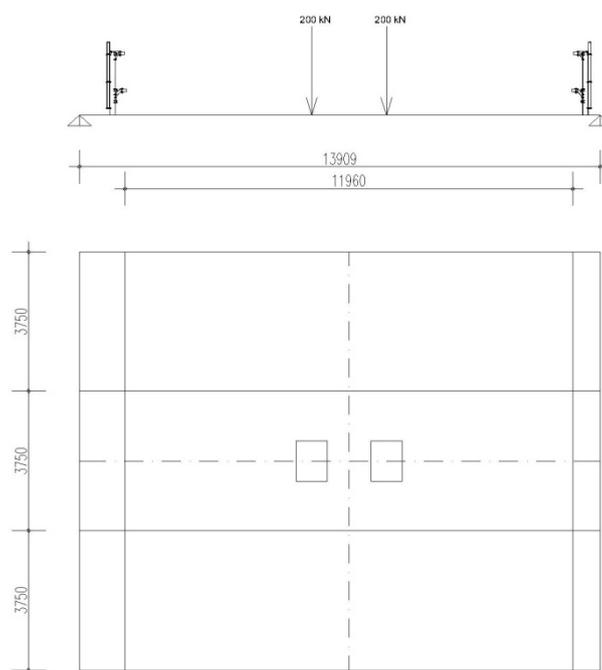


Figura 24: Schema della disposizione dei carichi per il caso di carico “Stradale 2_1”.

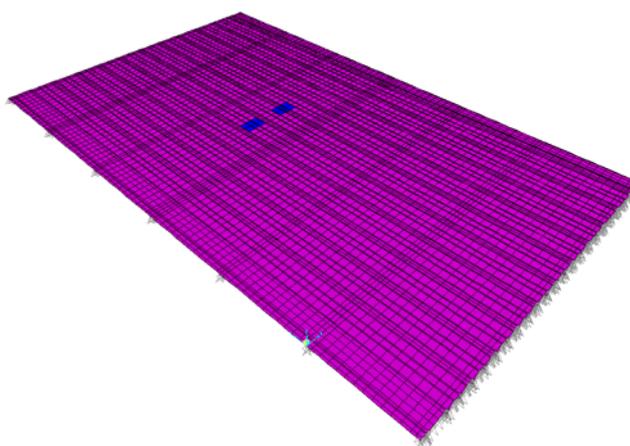


Figura 25: Applicazione del carico nel modello agli elementi finiti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Caso di carico: Stradale 2_2

Schema di carico: 2

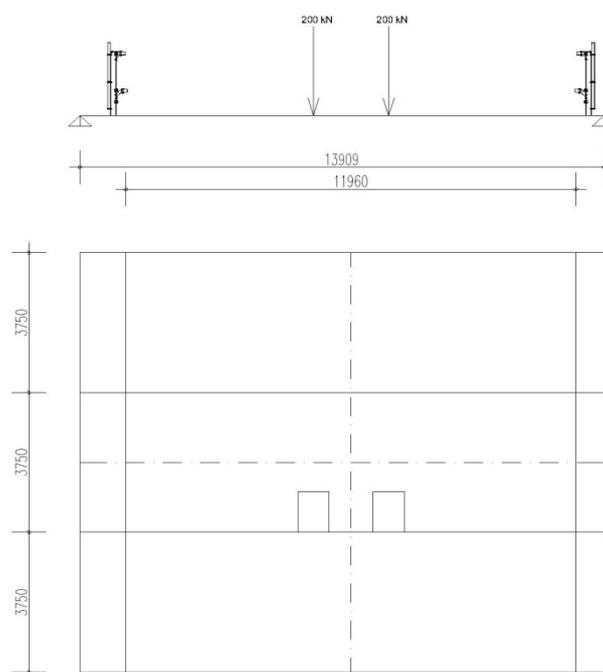


Figura 26: Schema della disposizione dei carichi per il caso di carico "Stradale 2_2".

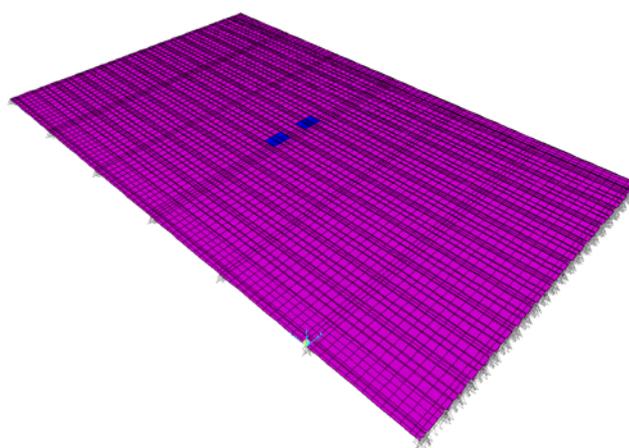


Figura 27: Applicazione del carico nel modello agli elementi finiti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Caso di carico: Stradale 2_3

Schema di carico: 2

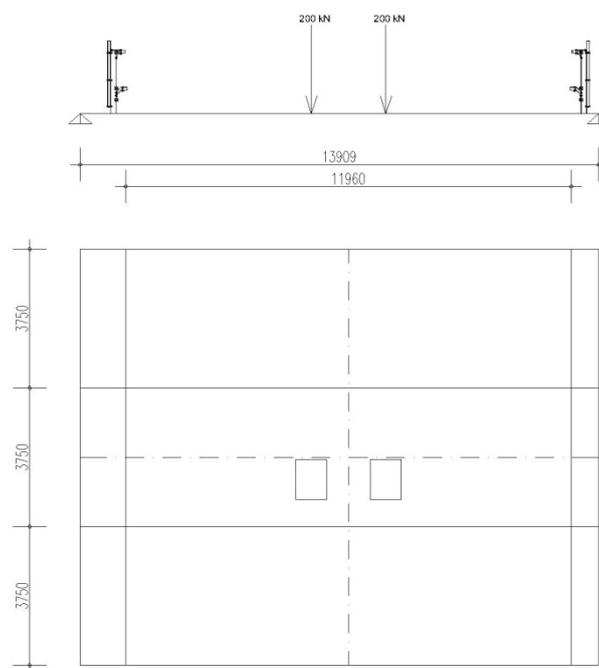


Figura 28: Schema della disposizione dei carichi per il caso di carico "Stradale 2_3".

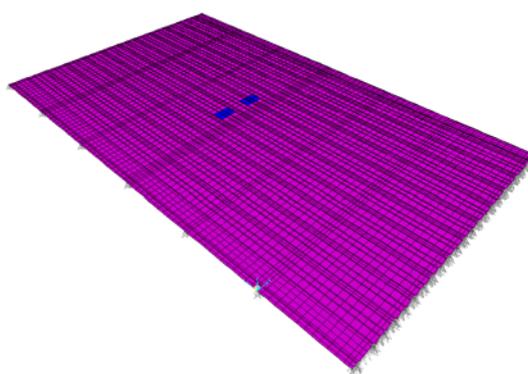


Figura 29: Applicazione del carico nel modello agli elementi finiti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Caso di carico: Stradale Urto

Schema di carico: 3

Lo schema di carico stradale 3, è dato dalla combinazione dei seguenti schemi di carico:

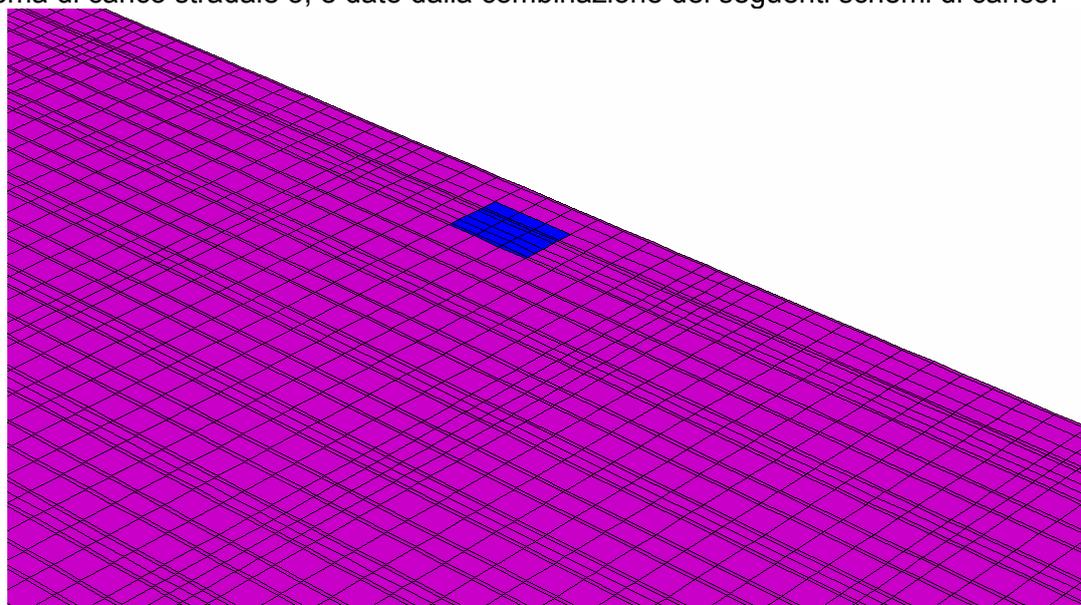


Figura 30: Applicazione del carico nel modello agli elementi finiti

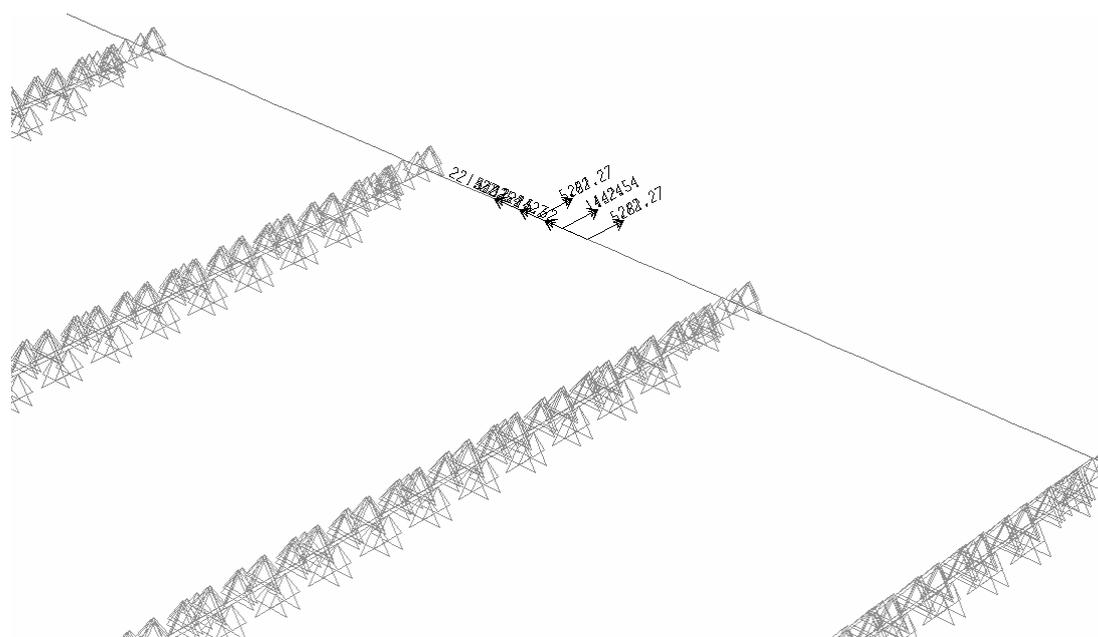


Figura 31: Applicazione del carico nel modello agli elementi finiti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8.1.1.6 Combinazioni di carico e sollecitazioni di verifica

Le condizioni di carico elementari di cui al paragrafo precedente sono state combinate secondo i coefficienti riportati nella seguente tabella.

Combinazioni e coefficienti utilizzati per le verifiche allo S.L.U.

	Peso proprio	Bitumato	Guard rails	Schema 1_1	Schema 1_2	Schema 2_1	Schema 2_2	Schema 2_3	Urto
SLU_STR-1	1.35	1.50	1.50	1.35	0	0	0	0	0
SLU_STR-2	1.35	1.50	1.50	0	1.35	0	0	0	0
SLU_STR-3	1.35	1.50	1.50	0	0	1.35	0	0	0
SLU_STR-4	1.35	1.50	1.50	0	0	0	1.35	0	0
SLU_STR-5	1.35	1.50	1.50	0	0	0	0	1.35	0
SLU_STR-6	1	1	1	0	0	0	0	0	1

Tabella 5: Tabella dei coefficienti parziali delle azioni per le verifiche allo SLU

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

8.2 Verifiche di resistenza degli irrigidimenti superiori

8.2.1 Classificazione della sezione secondo le NTC 2008

La canaletta viene classificata in base alle indicazioni contenute nelle NTC 2008 al paragrafo dedicato alle costruzioni in acciaio e più nello specifico § 4.2.3.1.

Si sfruttano le tabelle riportate nella sopracitata norma per una più agevole classificazione. Per la sezione in esame si considera la sezione composta da tre elementi. Si classificano tali elementi e si adotta, in conformità a quanto contenuto nella normativa, la classe maggiore fra i tre dettagli.

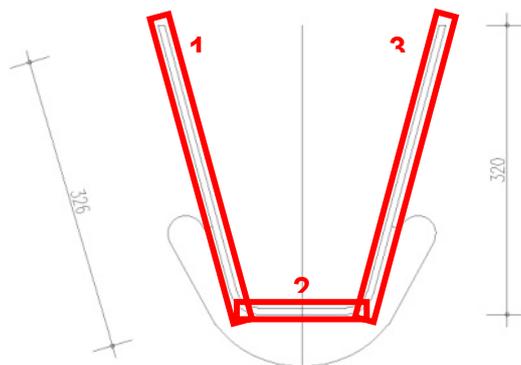


Figura 32: Identificazione dei sottoelementi della canaletta longitudinale

Elemento	1	2	3
c (mm)	320	135	320
t (mm)	7	7	7
d/t	46	20	46

Tabella 6: Proprietà dei sottoelementi

Considerando un acciaio tipo SR355J si hanno i seguenti limiti per la Classe 1 (Tabella 4.2.I NTC 2008):

$$\varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2} = 0.81$$

- Parti soggette a flessione (parti 1 e 3) = $c/t \leq 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot 0.81 = 58$,
- Parti soggette a compressione (parte 2) = $c/t \leq 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot 0.81 = 26$.

Le parti risultano tutte di Classe 1.

Le verifiche di resistenza vengono condotte considerando la sezione sempre in campo elastico e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

verificano che sia soddisfatta la relazione:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \sigma_{z,Ed} + 3\tau_{Ed} \leq (f_{yk}/\gamma_{M0})$$

8.2.2 Risultati

Le sollecitazioni dovute ai vari casi di carico sono state determinate attraverso la definizione di alcune section-cuts nei punti di maggiore concentrazione delle sollecitazioni. Ogni section-cut taglia una sola canaletta e comprende la parte di lastra superiore afferente alla canaletta stessa. I valori ricavati dalle section-cuts sono stati riportati a valori di sollecitazione al metro.

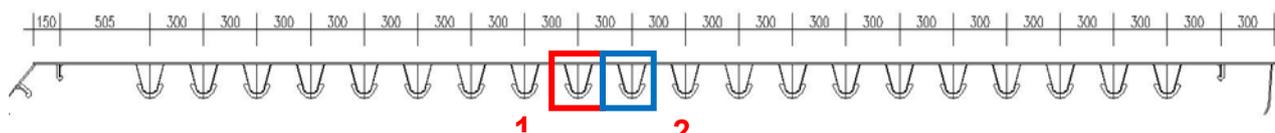


Figura 33: Identificazione delle section-cuts definite nel modello agli elementi finiti

8.2.3 Verifica della sezione in corrispondenza del traverso allo S.L.U.

La sezione di riferimento su cui si considerano agenti le sollecitazioni è la sezione composta dalla canaletta e dalla lastra superiore che ha uno spessore di 16 mm.

Le proprietà di tale sezione sono le seguenti:

Area (A)	0.0151	m ²
Momento d'inerzia verticale (I _x)	0.00018	m ⁴
Y asse neutro dall'alto (Y _{g'})	0.07	m
Y asse neutro dal basso (Y _{g''})	0.25	m
Modulo di resistenza flessionale superiore (W _{x,sup}) = I _x /Y _{g'}	-0.00257	m ³
Modulo di resistenza flessionale inferiore (W _{x,inf}) = I _x /Y _{g''}	0.000720	m ³

Tabella 7: Tabella proprietà delle sezione

In questa sezione la sezione risulta compressa inferiormente e tesa superiormente.

Le sollecitazioni agenti sono le seguenti:

N= -17.61 kN sforzo normale agente di calcolo (SLU_STR-1)
M= -88.00 kN m momento flettente agente di calcolo (SLU_STR-1)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9 Verifiche a fatica

Le verifiche a fatica a vita illimitata sono state condotte, in accordo con le normative vigenti, controllando che i massimi delta di tensione $\Delta\sigma=(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$ indotti dallo spettro di carico risultino inferiori al limite di fatica ad ampiezza costante ammesso per il dettaglio in esame.

Il modello di carico utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni è il “modello di carico a fatica 1”, caratterizzato per le singole corsie dai seguenti valori delle azioni:

Corsia 1:

- Due assi concentrati da 210 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 2.7 kN/m².

Corsia 2:

- Due assi concentrati da 140 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 0.75 kN/m².

Corsia 3:

- Due assi concentrati da 70 kN posti a distanza di 1.2 metri longitudinalmente.
- Carico uniformemente ripartito interamente segmentabile del valore di 0.75 kN/m².

La zona rimanente è caricata con un carico uniformemente distribuito di 0.75 kN/m².

Il modello di carico è comprensivo degli effetti dinamici.

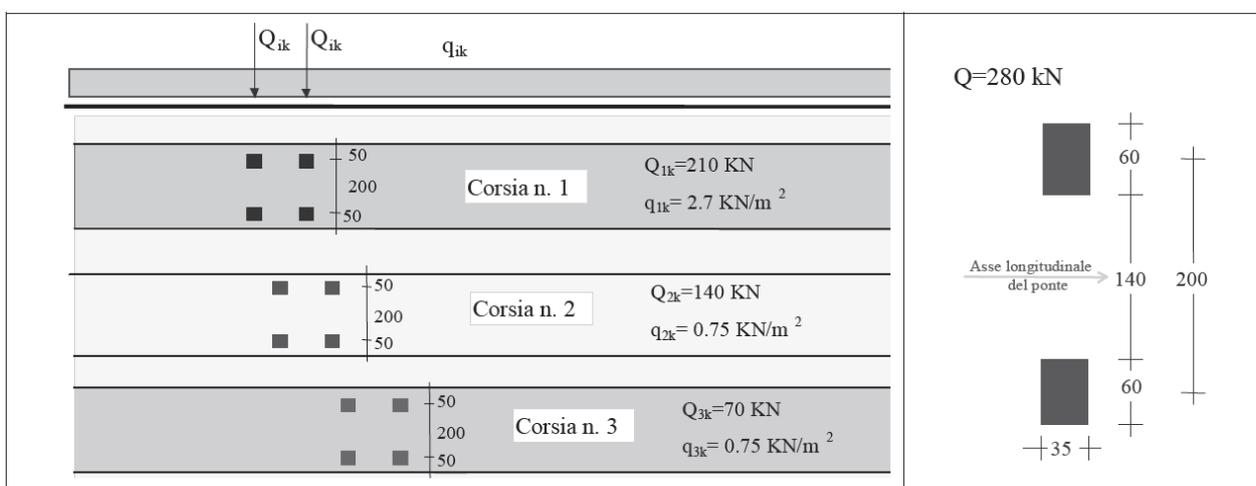


Figura 34: Schema di carico di fatica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

La struttura in esame viene considerata come sensibile alla rottura per fatica. Ne discende che il tipo di verifica da effettuare è “*a vita illimitata*”. Assumendo che la conseguenza per la rottura a fatica sia significativa, il valore del coefficiente parziale γ_{Mf} è pari a **1.35**.

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che per ciascun dettaglio, il valore della variazione tensionale massima, calcolato con il Modello di carico a fatica 1, risulti inferiore $\Delta\sigma_D$, secondo la disequaglianza di seguito indicata:

$$\Delta\sigma_{\max,d} = \gamma_{Mf} \cdot \Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_d$$

Dove:

$$\Delta\sigma_d = 0.737 \cdot \Delta\sigma_c$$

Con $\Delta\sigma_c$ limite per fatica per $N = 2 \text{ E}+06$ cicli che identifica il dettaglio

E' necessario quindi individuare i dettagli da verificare per poter determinare il massimo delta sigma agente con quello ammesso per il dettaglio stesso.

Gli elementi soggetti a verifica saranno:

1. Giunzione saldata tra concio e concio;
2. Piattabanda in corrispondenza della saldatura dei diaframmi intermedi;
3. Saldatura a croce della piattabanda inferiore sull'anima del traversone.

9.1.1 Identificazione e classificazione dei dettagli

I dettagli sono classificati in base alla Circ. 02.02.2009 n. 617 C.S.LL.PP.: e si assume il seguente $\Delta\sigma_c$:

1. Giunzione saldata tra concio e concio; $\Delta\sigma_c=112 \text{ MPa}$
2. Piattabanda in corrispondenza della saldatura dei diaframmi intermedi; $\Delta\sigma_c=80 \text{ MPa}$
3. Saldatura a croce della piattabanda inferiore sull'anima del traversone. $\Delta\sigma_c=80 \text{ MPa}$

I dettagli scelti sono riportati nelle figure seguenti.

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
112		<p>Saldature senza piatto di sostegno</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Giunti trasversali in piatte e lamiere 2) Giunti di anime e piattabande in travi composte eseguiti prima dell'assemblaggio 3) Giunti trasversali completi di profili laminati, in assenza di lunette di scarico 4) Giunti trasversali di lamiere e piatte con rastremazioni in larghezza e spessore con pendenza non maggiore di 1:4. Nelle zone di transizione gli intagli nelle saldature devono essere eliminati <p>Per spessori $t > 25$ mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente</p> $k_s = (25/t)^{0.2}$	<p>Saldature effettuate da entrambi i lati, molate in direzione degli sforzi e sottoposte a controlli non distruttivi.</p> <p>Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura</p> <p>I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi</p> <p>3) Vale solo per profilati tagliati e risaldati</p>

80 (a) 71 (b)		<p>Attacchi trasversali</p> <ol style="list-style-type: none"> 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda <p>(a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
------------------	--	--	---

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE		<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

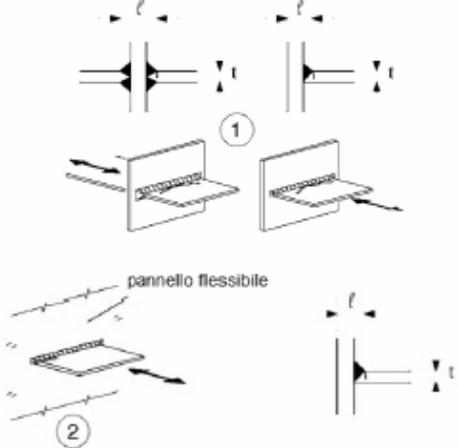
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80 (a) 71 (b) 63 (c) 56 (d) 50 (e) 45 (f) 40 (g)		Giunti a croce o a T 1) Lesioni al piede della saldatura in giunti a piena penetrazione o a parziale penetrazione 2) Lesione al piede della saldatura a partire dal bordo del piatto caricato, in presenza di picchi locali di tensione nelle parti terminali della saldatura dovuti alla deformabilità del pannello (a) $l \leq 50$ mm e t qualsiasi (b) $50 < l \leq 80$ mm e t qualsiasi (c) $80 < l \leq 100$ mm e t qualsiasi (d) $100 < l \leq 120$ mm e t qualsiasi (e) $l > 120$ mm e $t \leq 20$ mm (f) $120 < l \leq 200$ mm e $b > 20$ mm (g) $l > 200$ mm e $20 < t \leq 30$ mm (f) $200 < l \leq 300$ mm e $b > 30$ mm (f) $l > 300$ mm e $30 < t \leq 50$ mm (g) $l > 300$ mm e $t > 50$ mm	1) Il giunto deve essere controllato: le discontinuità e i disallineamenti devono essere conformi alle tolleranze della EN1090. 2) Nel calcolo di $\Delta\sigma$ si deve far riferimento al valore di picco delle tensioni, mediante un opportuno fattore di concentrazione degli sforzi K_t 1) e 2) Il disallineamento dei piatti caricati non deve superare il 15% dello spessore della piastra intermedia

Figura 35: classificazione dei dettagli (estratto Circ. 02.02.2009 n. 617)

9.1.2 Determinazione delle sollecitazioni e verifiche delle tensioni

Il modello SAP utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui conci è quello globale, descritto nel § 6.1, sul quale si applica il carico mobile a fatica 1, precedentemente definito.

L'analisi produce, per ogni sezione dei diversi conci, la massima e la minima sollecitazione indotta dal carico mobile, tramite le quali si determinano i delta tensionali che interessano i diversi piatti che compongono i cassoni in acciaio.

9.1.3 Cassone stradale

Si riporta la tabella di output con le sollecitazioni massime e minime per i diversi conci di impalcato, avendo scelto per ciascuna tipologia di concio il massimo delta di sollecitazione flettente.

Nella medesima tabella vengono riportati i delta di sollecitazione con cui si sono valutati i delta tensionali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

TABLE: Element Forces - Frames										
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1002	6.00028	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	1.067	502.666	-14.286	76.1035	515.1141	17602.58
1002	6.00028	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	22.963	106.248	-3.621	-984.48	110.6515	-3811.89
DELTA					-21.896	396.418	-10.665	1060.583	404.4626	21414.48
1005	5.5	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	8.998	-24.332	10.824	15.118	-853.774	2330.741
1005	5.5	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	0.773	1004.858	-22.826	1089.199	1751.614	-15065.8
DELTA					8.225	-1029.19	33.65	-1074.08	-2605.39	17396.5
1007	12.74915	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	14.786	-837.039	13.846	-1885.14	711.2733	8817.391
1007	12.74915	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	23.55	-123.552	15.662	348.7065	325.8187	-7098.17
DELTA					-8.764	-713.487	-1.816	-2233.85	385.4546	15915.56
1009	5.51704	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	11.559	-57.657	-4.872	-106.952	436.2619	14726.7
1009	5.51704	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	22.311	-104.269	19.582	470.7453	78.5673	-5104.91
DELTA					-10.752	46.612	-24.454	-577.698	357.6946	19831.6
1035	12.74994	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	4.562	-755.904	28.64	-383.968	1207.666	9663.572
1035	12.74994	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	3.216	-142.828	20.188	755.3681	851.2555	-6127.27
DELTA					1.346	-613.076	8.452	-1139.34	356.4107	15790.84
1036	10.79931	MOBILE_2	LinMoving	Max M3	3.135	-125.432	19.035	1206.662	597.7703	12996.24
1036	10.79931	MOBILE_2	LinMoving	Min M3	4.079	-140.502	24.766	1135.277	777.741	-4602.47
DELTA					-0.944	15.07	-5.731	71.3852	-179.971	17598.71

Attraverso i 6 valori di sollecitazione per ciascun concio si è determinata la variazione tensionale e si è confrontata con la variazione ammissibile. Le verifiche vengono condotte scomponendo la sezione dell'impalcato in pannelli così come indicato in figura: analizzando le sollecitazioni assiali e flettenti agenti sulla sezione viene determinato la corrispondente variazione tensionale sui singoli pannelli e conseguentemente i $\Delta\sigma$ di verifica.

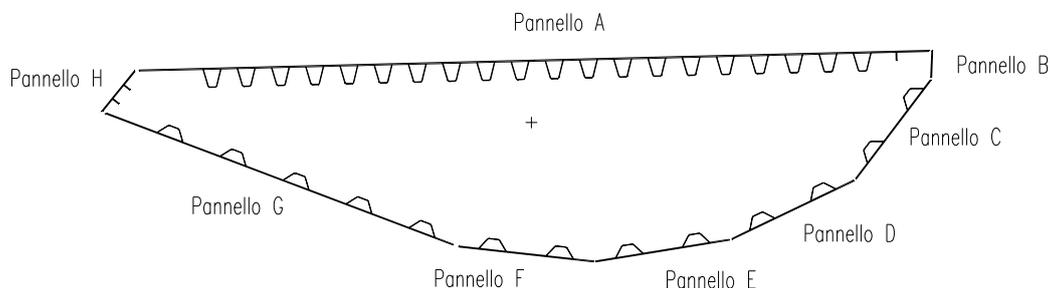


Figura 36: Schema suddivisione sezione in sottopannelli.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle.

Concio C1

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	18	-17.8	-24.0	80.0	59.0	VERIFICATO
B	16	-17.8	-24.0	80.0	59.0	VERIFICATO
C	16	-10.9	-14.7	80.0	59.0	VERIFICATO
D	16	14.4	19.5	80.0	59.0	VERIFICATO
E	16	29.2	39.5	80.0	59.0	VERIFICATO
F	16	34.7	46.9	80.0	59.0	VERIFICATO
G	16	30.9	41.7	80.0	59.0	VERIFICATO
H	16	-2.8	-3.8	80.0	59.0	VERIFICATO

Concio C2

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	18	-15.3	-20.6	80.0	59.0	VERIFICATO
B	18	-15.3	-20.6	80.0	59.0	VERIFICATO
C	18	-9.4	-12.7	80.0	59.0	VERIFICATO
D	18	12.0	16.1	80.0	59.0	VERIFICATO
E	18	24.5	33.1	80.0	59.0	VERIFICATO
F	18	29.2	39.5	80.0	59.0	VERIFICATO
G	18	26.1	35.2	80.0	59.0	VERIFICATO
H	16	-2.1	-2.8	80.0	59.0	VERIFICATO

Concio C3

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	25	-10.6	-14.3	80.0	59.0	VERIFICATO
B	30	-10.6	-14.3	80.0	59.0	VERIFICATO
C	30	-6.1	-8.3	80.0	59.0	VERIFICATO
D	30	10.1	13.6	80.0	59.0	VERIFICATO
E	30	19.4	26.1	80.0	59.0	VERIFICATO
F	30	22.6	30.5	80.0	59.0	VERIFICATO
G	30	19.8	26.7	80.0	59.0	VERIFICATO
H	20	-2.8	-3.7	80.0	59.0	VERIFICATO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

Concio C4

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	20	-14.2	-19.2	80.0	59.0	VERIFICATO
B	20	-14.2	-19.2	80.0	59.0	VERIFICATO
C	20	-8.8	-11.8	80.0	59.0	VERIFICATO
D	20	11.1	15.0	80.0	59.0	VERIFICATO
E	20	22.7	30.7	80.0	59.0	VERIFICATO
F	20	27.1	36.6	80.0	59.0	VERIFICATO
G	20	24.2	32.7	80.0	59.0	VERIFICATO
H	16	-1.9	-2.6	80.0	59.0	VERIFICATO

Concio C5

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	20	-19.8	-26.8	80.0	59.0	VERIFICATO
B	16	-19.8	-26.8	80.0	59.0	VERIFICATO
C	16	-12.2	-16.5	80.0	59.0	VERIFICATO
D	16	15.6	21.1	80.0	59.0	VERIFICATO
E	16	31.9	43.1	80.0	59.0	VERIFICATO
F	16	38.0	51.3	80.0	59.0	VERIFICATO
G	16	33.9	45.8	80.0	59.0	VERIFICATO
H	16	-2.7	-3.7	80.0	59.0	VERIFICATO

Concio C6

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	16	-18.4	-24.8	80.0	59.0	VERIFICATO
B	16	-18.4	-24.8	80.0	59.0	VERIFICATO
C	16	-11.2	-15.1	80.0	59.0	VERIFICATO
D	16	14.9	20.1	80.0	59.0	VERIFICATO
E	16	30.1	40.7	80.0	59.0	VERIFICATO
F	16	35.8	48.3	80.0	59.0	VERIFICATO
G	16	31.8	43.0	80.0	59.0	VERIFICATO
H	16	-2.9	-3.9	80.0	59.0	VERIFICATO

Poiché risulta che in ciascun punto la verifica a fatica è soddisfatta per dettagli di classe 80 MPa risulta evidentemente soddisfatta per tutti i dettagli succitati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

9.1.4 Traversi

Per quanto riguarda i cinque traversi posti sulla sommità delle pile si esegue la verifica sulle sezioni che presentano i $\Delta\sigma$ maggiori, ovvero le sezione del traverso sulla pila 4 (frame 43 e 44).

Si riporta la tabella di output con le sollecitazioni massime e minime per le sezioni di verifica dei due conci del traverso, avendo scelto per ciascuna tipologia il massimo delta di sollecitazione flettente, con cui vengono valutati i delta tensionali che vengono confrontati con quelli ammissibili.

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	Output	Case	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
44 (sezione 6)	0	MOBILE_2_LinMoving		Max	M3	3.95	175.39	-19.24	289.75	-271.83	785.44
44 (sezione 6)	0	MOBILE_2_LinMoving		Min	M3	47.79	-527.28	16.88	-171.22	196.71	-13311.43
DELTA						-43.84	702.67	-36.12	460.97	-468.54	14096.87
43 (sezione 1A)	0	MOBILE_2_LinMoving		Max	M3	18.96	18.08	-13.72	330.59	-83.93	586.33
43 (sezione 1A)	0	MOBILE_2_LinMoving		Min	M3	-47.43	-372.64	11.23	-205.68	48.14	-11235.09
DELTA						66.39	390.73	-24.95	536.28	-132.07	11821.41

In figura sono mostrate le sezioni di verifica.



Figura 37: Schema posizione sezioni di verifica.

Le verifiche vengono condotte scomponendo la sezione del traverso in pannelli così come indicato in figura: analizzando le sollecitazioni assiali e flettenti agenti sulla sezione viene determinato il corrispondente stato tensionale sui singoli pannelli e conseguentemente i $\Delta\sigma$ di verifica.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0

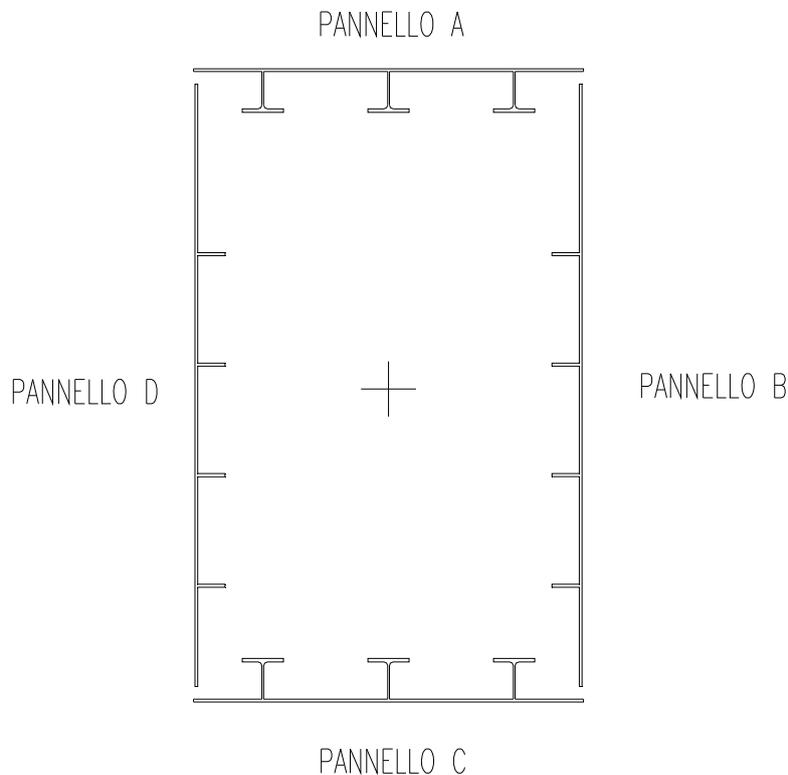


Figura 38: Schema suddivisione sezione in sottopannelli.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle.

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	25	-13.7	-18.5	80.0	59.0	VERIFICATO
B	25	-12.8	-17.3	80.0	59.0	VERIFICATO
C	20	13.7	18.5	80.0	59.0	VERIFICATO
D	25	12.8	17.3	80.0	59.0	VERIFICATO

Tabella 8: verifica valori del massimo delta-tensione ($\Delta\sigma$) sezione 6

Pannello	sp. (mm)	$\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\gamma\Delta\sigma_1$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_C$ (N/mm ²)	$\Delta\sigma_D$ (N/mm ²)	esito
A	30	-24.0	-32.4	80.0	59.0	VERIFICATO
B	25	-23.3	-31.4	80.0	59.0	VERIFICATO
C	25	24.0	32.4	80.0	59.0	VERIFICATO
D	25	23.3	31.4	80.0	59.0	VERIFICATO

Tabella 9: verifica valori del massimo delta-tensione ($\Delta\sigma$) sezione 1A

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.2 Irrigidimenti superiori della ortotropa

La verifica a fatica degli irrigidimenti della lastra superiore non si è resa necessaria. Difatti l'Eurocodice 3 parte 2: Ponti di acciaio (UNI EN 1993-2) al punto C.1.2.2 riporta prescrizioni circa gli spessori degli irrigidimenti e della lastra superiore che se soddisfatte rendono superflua la verifica a fatica della lastra e degli irrigidimenti della lastra stessa.

Le prescrizioni da verificare sono le seguenti:

1. Spessore lastra superiore per la corsia di veicoli pesanti:
 - $t \geq 14$ mm per strati d'asfalto spessi più di 70 mm
 - $t \geq 16$ mm per strati d'asfalto spessi più di 40 mm ma meno di 70 mm
2. Spaziatura fra gli irrigidimenti e lo spessore degli stessi sotto le carreggiate
 - $e/t \leq 25$ (si raccomanda $e \leq 300$ mm)
3. Spessore degli irrigidimenti
 - $t_{irr} \geq 6$ mm

Nel caso del cassone stradale utilizzato si ha:

Spessore manto d'asfalto 120 mm

1. $t_{lastra} = 20$ mm > 14 mm
2. $e/t = 300/20 = 15 < 25$
3. $t_{irr} = 7$ mm > 6 mm

Tutte le condizioni sono soddisfatte pertanto non si rende necessaria una verifica a fatica della lastra irrigidita superiore.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10 Escursione dei giunti

Nel presente capitolo si riporta il calcolo per la determinazione dell'escursione del giunto e della minima ampiezza del varco presente tra il viadotto Pantano e la Struttura terminale, adottando per il dimensionamento, le indicazioni riportate nella normativa ferroviaria (RFI Istr 44 B).

L'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio si determina considerando la seguente espressione:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

ove:

E_L = escursione in direzione longitudinale;

E_1 = spostamento dovuto alla termica uniforme;

E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;

E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;

k_1 = 0.45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;

k_2 = 0.55 coefficiente legato alla probabilità di moto controfase;

d_{Ed} = è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento d_E prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come specificato in seguito;

d_{eg} = è lo spostamento relativo totale tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, valutato come specificato in seguito;

Deve risultare, in ogni caso:

$$E_L \geq E_0 \quad \text{e} \quad E_L \geq E_1, E_2, E_3$$

se così non fosse $E_L = \max(E_0; E_1; E_2; E_3)$

Si definiscono:

$$d_{eg} = 1.25 (d_g^2 + d_g^2)^{1/2}$$

con

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_c \cdot T_D$$

e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO STRADALE	<i>Codice documento</i> PA0106_F0.doc	<i>Rev.</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$$d_{Ed} = \pm \mu \cdot d_{Ee}$$

ove:

d_{Ee} = è lo spostamento prodotto dall'azione sismica di progetto

e dove:

$$\mu = q \quad \text{se } T_1 \geq T_c$$

$$\mu = 1 + (q - 1) \cdot T_c / T_1 \quad \text{se } T_1 < T_c$$

ESCURSIONE APPOGGI E GIUNTI SU STRUTTURA TERMINALE

$D_t =$	163.4	mm	deformazione dovuta alla termica uniforme
$k_1 =$	0.45		coefficiente per la non contemporaneità dei valori di ciascun evento singolo
$k_2 =$	0.55		coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti
$\mu =$	1.0	$T_1 > T_c$	
$d_{EdS:T} =$	481.0	mm	spostamento relativo sismico della struttura terminale
$d_{EdPant.} =$	105.0	mm	spostamento sismico del Pantano
$d_{eg} =$	37.6	mm	spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno
$E_1 =$	326.9	mm	spostamento dovuto alla variazione termica uniforme
$E_2 =$	380.1	mm	spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica
$E_3 =$	75.3	mm	spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate
$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) =$	380.1	mm	escursione longitudinale
$E_{min} = \pm$	200.0	mm	escursione dei giunti
$E_{appo.} = \pm$	237.5	mm	escursione degli apparecchi d'appoggio
$V_{min} =$	210.0	mm	ampiezza del varco
$a_g =$	0.411		
$S =$	1.086		
$T_c =$	0.588		
$T_D =$	3.244		
$d_g =$	0.0213		
$d_{eg} =$	0.0376	m	