



REGIONE DEL VENETO

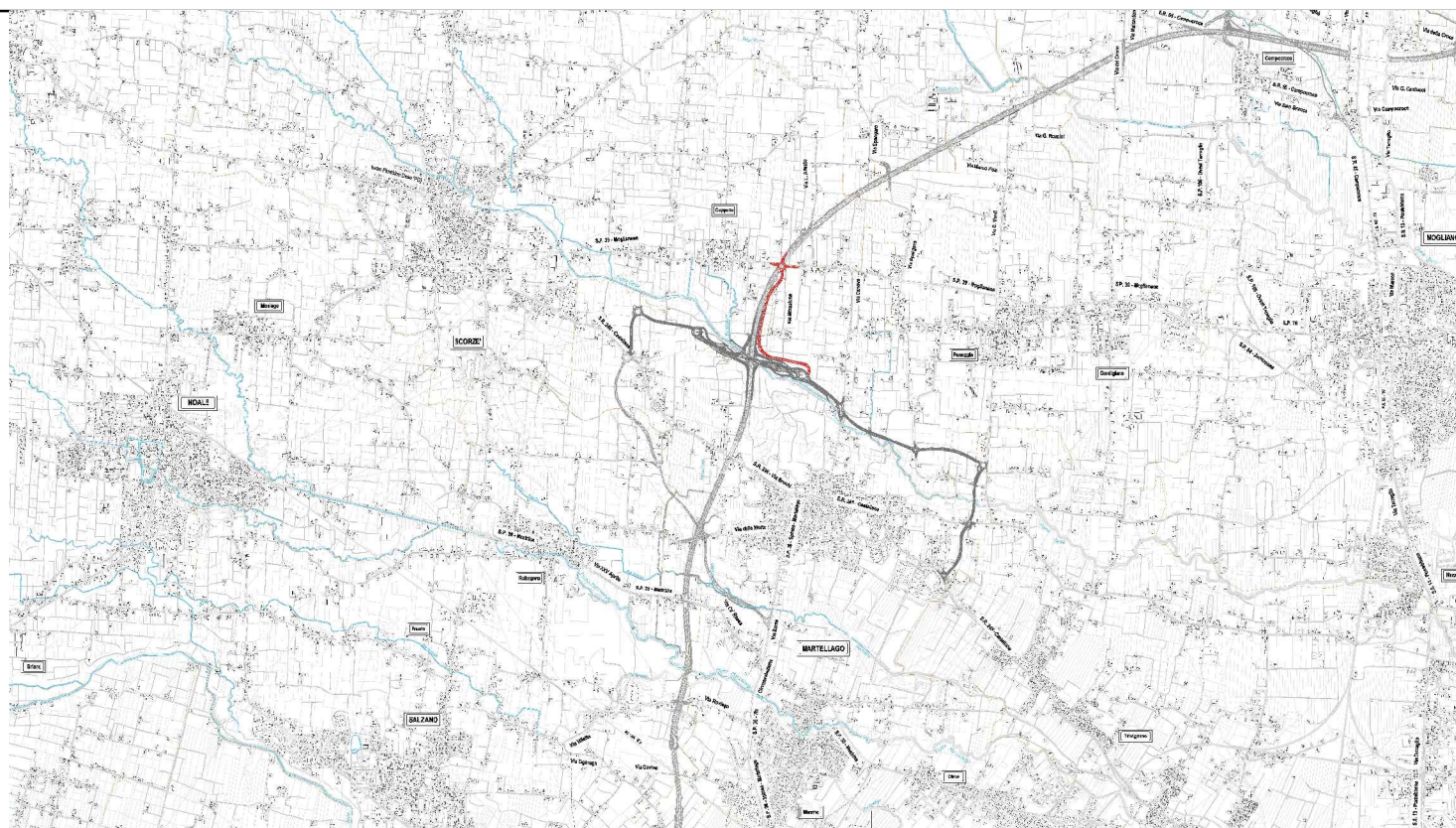
GIUNTA REGIONALE

SEGRETERIA REGIONALE ALLE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

DIREZIONE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO



VENETO STRADE S.P.A.



OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GABRIELLA MANGINELLI

COORDINATORE DEL PROGETTO
DOTT. URB. ENRICO VESCOVO

PROGETTISTI
ING. LUCIO ZOLLET
Progettazione generale infrastrutture

CONTROLLATO ED APPROVATO
ING. GABRIELLA MANGINELLI

CITTÀ METROPOLITANA DI VENEZIA
COMUNI DI: MARTELLAGO E SCORZÈ

OPERA: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI
MARTELLAGO-SCORZÈ E LA S.P. N. 39 "Moglianesa"

INTERVENTO N.
LD6000

- PROGETTO DEFINITIVO -

ELABORATO N.

PROGETTO STRADALE
SEDI STRADALI
Barriere di sicurezza
Relazione barriere di sicurezza

SCALA:

DATA:

SETTEMBRE 2020 00

REVISIONE:

NOME FILE

2B010801A.doc

PROGETTAZIONE GENERALE
INFRASTRUTTURA

ZOLLET INGEGNERIA Srl
Viale Stazione, 40
32035 S. Giustina (BL)

☐ VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO _____

DEL _____

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
2.1	SICUREZZA STRADALE	3
3	BARRIERE DI SICUREZZA	6
3.1	CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE BARRIERE LONGITUDINALI	8
3.2	CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE TRANSIZIONI ED I TERMINALI DI BARRIERA LONGITUDINALE	12
3.2.1	Transizioni	12
3.2.2	Terminali di barriera	13
3.3	BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER BORDO LATERALE	16
3.4	BARRIERE LONGITUDINALI PER BORDO PONTE E OPERA D'ARTE.....	17
3.5	VERIFICA DEL PARAPETTO LATERALE DELLA PISTA CICLABILE.....	18
3.5.1	Condizioni di carico	20
3.5.2	Sollecitazioni e verifiche degli elementi principali.....	20
3.5.3	Piastra di base.....	22
3.6	CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE	28

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZÈ E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

1 PREMESSA

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una bretella di collegamento tra la rotatoria est del Casello di Martellago-Scorzè, attualmente in fase di realizzazione, e la SP39 "Moglianese" in corrispondenza della quale verrà realizzata una nuova rotatoria a 6 bracci, 4 per viabilità principali e 2 per viabilità secondarie. L'intervento mira a ridurre i disagi derivanti dall'incremento del traffico da e per il nuovo Casello di Martellago-Scorzè e ad assorbire i mezzi pesanti, a cui le altre viabilità secondarie dell'area sono precluse (*Figura 1*).

Le caratteristiche e le dimensioni della piattaforma stradale sono conformi a quelle previste per una piattaforma di tipo "C2 - Strada Extraurbana Secondaria" come classificato nel DM 5 novembre 2001.



Figura 1 – Planimetria d'insieme

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 2 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 SICUREZZA STRADALE

In Italia, il quadro normativo di riferimento per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza, è vasto e articolato. Esso comprende una serie di Decreti Ministeriali e di Circolari emanati in un arco temporale compreso tra il 1987 e il 2011.

In particolare, nell'elenco riportato in modo non esaustivo di seguito, non sono presenti le Circolari con le quali il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti comunica l'avvenuta omologazione di almeno due dispositivi di ritenuta per una determinata classe e tipologia. Infatti, il loro numero è in continuo aumento per cui sarà necessario fare riferimento alla situazione aggiornata al momento della realizzazione dei lavori.

Deve essere sottolineato come, dopo il recepimento delle norme UNI relative alle barriere di sicurezza stradali con l'emanazione del D.M. 21.06.2004; queste sono diventate parte integrante del quadro di riferimento progettuale.

- Circolare LL.PP. n. 2337 del 11/07/1987 "Barriere di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 04/05/1990 (Ponti stradali) "Barriere di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 18/02/1992 n. 223 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- Circolare LL.PP. n. 2595 del 09/06/1995 "Barriere stradali di sicurezza";
- Circolare LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale";
- Circolare ANAS n. 749/1996 del 26/07/96 "Barriere di sicurezza";
- D.M. n. 4621 del 15/10/1996 "Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n.223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- Circolare n. 4622 del 15/10/1996 "Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza";

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 3 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996 n. 252 "Istruzione per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996";
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 17600 del 05/12/1997;
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 6477 del 27/05/1998;
- D.M. LL.PP. 3 giugno 1998 "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. LL.PP. 11/06/1999 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 "Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali";
- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 "Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose";
- Circolare n. 2424 del 06/04/2000 "Integrazione e aggiornamento della circolare 15/10/1996 di individuazione degli Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza".
- D.M. II.TT. d.d. 02/08/2001 "Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11/06/1999";
- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 "Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001";
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali";
- DIRETTIVA n. 3065 II.TT. 25/08/2004 "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- DIRETTIVA n. 3533 del 20/09/2005 "Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21/06/2004 n.2367.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 4 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

- DIRETTIVA n. 753 del 02/03/2006 "Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21/06/2004 n.2367. Integrazioni alla circolare n.3533.
- ANAS, Linee guida per le protezioni di sicurezza passiva, Criteri per la scelta e la disposizione su strada dei dispositivi di sicurezza, Edizione Marzo 2008;
- UNI EN 1317-1 "Barriere di sicurezza stradali: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
- UNI EN 1317-2 "Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza";
- UNI EN 1317-3 "Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazioni, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- UNI ENV 1317-4 "Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza"
- Circolare Prot. 62032 del 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

3 BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza sono quelle attrezzature necessarie a contenere i veicoli sulla strada dopo la perdita del loro controllo ed il cui uso è basato su una serie di criteri, riassumibili in 3 voci principali:

1. Progetto dell'attrezzatura;
2. Verifica (con prove su scala reale di crash test che ne consentano la validazione);
3. Progetto della collocazione sulla strada, con tutti gli accessori necessari.

L'introduzione delle prime disposizioni per una corretta installazione delle barriere ai margini delle strade risale alla Circolare LL.PP. n. 2337 del 1987 dove le barriere vengono principalmente distinte in funzione della loro destinazione:

- centrale da spartitraffico;
- laterale su ponti e viadotti;
- a protezione di ostacoli fissi immediatamente a lato della carreggiata;
- laterale per strada in rilevato.

Le prestazioni di tali dispositivi dipendono da una serie di variabili connesse alla loro collocazione, al tipo di veicolo (struttura, dimensioni, peso e posizione del baricentro), alla sua velocità e all'angolo di impatto con la barriera. Devono quindi essere valutati attentamente la collocazione, la composizione prevalente del traffico che interessa la strada e la velocità di progetto della stessa.

Il 5 agosto 2004 è stato pubblicato il D.M. 21/06/2004 con l'aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali.

Come anticipato, il D.M. 21.06.2004 recepisce le norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4 che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto ed i relativi criteri di accettazione.

Inoltre, la direttiva cogente *"Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"* del 21 Agosto 2004, prescrive per tutte le strade extraurbane e per quelle urbane di nuova costruzione, con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h, la redazione di uno specifico allegato progettuale.

Al suo interno devono essere individuati i punti da proteggere rispetto al rischio di fuoriuscita dei veicoli, i tipi di barriera o di altri dispositivi di sicurezza da adottare e le opere complementari

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 6 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

connesse. In particolare la direttiva, precisa che *"il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento alla sede stradale dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione"*.

Per quanto concerne l'aspetto progettuale, le Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21/06/2004 dispongono che il progettista nel prevedere la protezione dei punti definisca le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare ed in particolare:

- la tipologia;
- la classe;
- il livello di contenimento;
- l'indice di severità;
- i materiali;
- le dimensioni;
- il peso massimo;
- i vincoli;
- la larghezza di lavoro.

Si dovrà inoltre tenere conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, il traffico prevedibile e le condizioni geometriche esistenti.

Infine, l'allegato al D.M. prevede per il progettista curi, con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo, anche le poche varianti strutturali ammesse per i diversi componenti dei dispositivi commerciali omologati o testati in condizioni di impiego eventualmente diverse da quelle previste localmente dal progetto. Tale richiesta costringe necessariamente il progettista ad una maggiore identificazione del prodotto commerciale che dovrà essere selezionato.

Poiché tale procedura potrebbe di fatto contrastare con i presupposti di *"par condicio"* del pubblico appalto, vincolando la libertà di scelta del tipo commerciale da parte dell'Appaltatore, ci si limita a fare riferimento alle caratteristiche generali minime che dovranno possedere i prodotti per poter essere installati.

Si demanda alla cura ed all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei diversi dispositivi che dovranno essere adattati alle esigenze del cantiere in relazione ai tipi commerciali disponibili.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 7 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Pertanto, le caratteristiche dimensionali e di forma, indicate dalle voci nell'elenco prezzi unitario e dai disegni, sono solamente elementi di riferimento.

3.1 CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE BARRIERE LONGITUDINALI

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99 e dal successivo D.M. n° 2367 del 21/06/04, lungo il tracciato di progetto, devono essere protette con appositi dispositivi di ritenuta i seguenti elementi del margine stradale:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo del ciglio ed il piano di campagna sia ≥ 1 m, quando le scarpate abbiano pendenza $\geq 2/3$;
- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, tenendo conto:

- della loro destinazione e ubicazione;
- del tipo;
- delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale;
- delle caratteristiche del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione del TGM stimato (si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi) e della percentuale di veicoli pesanti (massa superiore ai 30 KN).

Nella *Tabella 3.1* viene riportata la classificazione del livello di traffico in base al TGM ed alla percentuale di veicoli pesanti come previsto dalla normativa.

Livello di Traffico	TGM bidirezionale	% veicoli con massa >3,5 ton
I	≤ 1000	Qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	$5 < n \leq 15$
III	> 1000	> 15

Tabella 3.1 – Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 8 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Nella (1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Tabella 3.2 sono invece riporti, in funzione della tipologia di sezione stradale adottata in progetto, del tipo di traffico e della destinazione del dispositivo, le classi minime di barriere da impiegare lungo i tracciati.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriera spartitraffico	Barriera bordo laterale	Barriera bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3 – H4 ⁽²⁾	H2 – H3 ⁽²⁾	H3 – H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Tabella 3.2 – Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali (Tabella A – Estratto dall'Art. 6 delle Istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.06.2006)

In Tabella 3.3 sono state riportate le capacità di contenimento espresse in KJ per ogni singola classe di barriera:

Classe	Capacità di contenimento	L _c [KJ]
N1	Minima	44
N2	Media	82
H1	Normale	127
H2	Elevata	288
H3	Elevatissima	463

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 9 di 28
-----------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

H4a	Per tratti ad alto rischio	572
H4b*	Per tratti ad alto rischio	724

**Tabella 3.3 – Capacità di contenimento per singola classe di barriera
(Crash test eseguito con veicolo autoarticolato)**

Per quanto attiene la severità degli urti il D.M. 2367/2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. - Indice di Severità dell'accelerazione;
- T.H.I.V. - Indice di Velocità della testa teorica;
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto.

Come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. In particolare come è possibile vedere in *Tabella 3.4*, la norma UNI EN 1317-2 prevede anche la classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI \leq 1.0	THIV \leq 33 km/h	PHD \leq 20g
B	ASI \leq 1.4		

Tabella 3.4 – Livello di severità dell'urto in base ai valori degli indici ASI, THIV e PHD

La citata UNI EN 1317-2 chiarisce altresì che:

- *“il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono”;*
- *“in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova”.*

In termini di deformabilità si è fatto riferimento, ai seguenti due parametri desunti dai crash-test:

- la deflessione dinamica ovvero il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 10 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

- la larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.

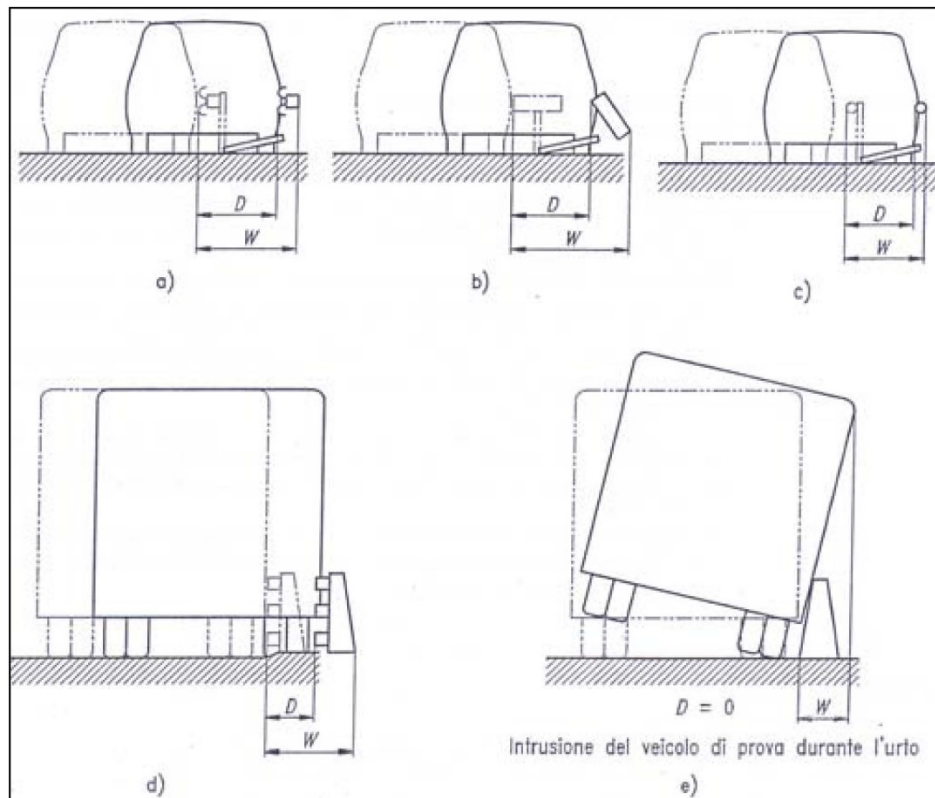


Figura 2: Tipologia di pericoli connessi ad un urto

Nella *Tabella 3.5* sottostante per ogni larghezza operativa, viene riportata la distanza minima da tenere libera da ostacoli per il corretto funzionamento del dispositivo in caso di urto

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 11 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Tabella 3.5 – Distanze minime di lavoro da tenere per le singole classi di appartenenza

3.2 CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE TRANSIZIONI ED I TERMINALI DI BARRIERA LONGITUDINALE

3.2.1 Transizioni

Secondo la Normativa UNI ENV 1317-4 si definisce transizione “un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo”. L'obiettivo è quello di fornire un cambiamento graduale, come si può vedere chiaramente in *Figura 3*, dalla prima barriera (A) alla seconda (C), prevenendo i pericoli connessi (si veda *Figura 2*) ad una variazione improvvisa e garantendo un'efficace sicurezza passiva in ogni punto del margine stradale.

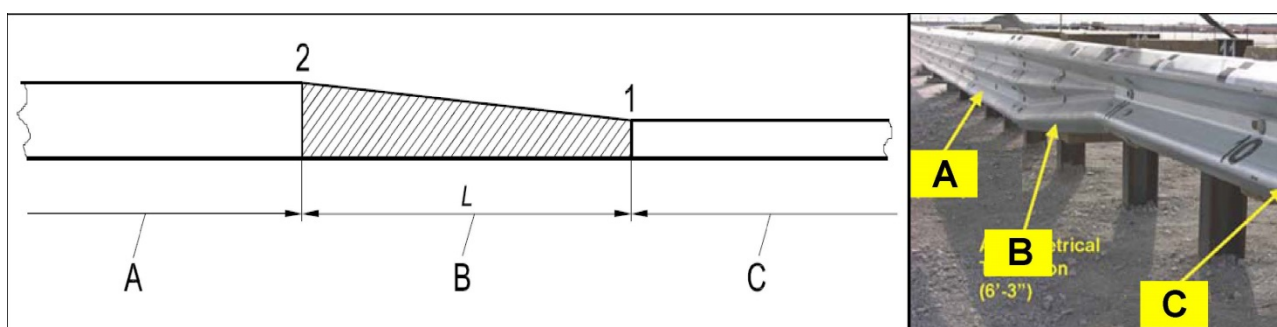


Figura 3: Esempio di transizione graduale tra barriere

Le transizioni sono generalmente adottate tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale ma con sezione trasversale diversa;
- realizzate in materiali differenti;
- con rigidità laterale diversa.

Secondo la Normativa Europea la connessione tra due barriere aventi la medesima sezione trasversale, costituite dallo stesso materiale e diverse nella larghezza operativa in misura non maggiore di una classe, non deve essere considerata una transizione.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 12 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Per i restanti casi, invece, la classe di contenimento della transizione non deve essere né inferiore alla minore, né superiore alla maggiore delle classi delle barriere connesse, mentre la larghezza operativa non deve essere superiore a quella maggiore delle barriere collegate.

Per le transizioni la definizione degli indici di prestazione e delle classi di contenimento segue i criteri riportati nella Normativa UNI EN 1317-2 previsti per le barriere di sicurezza. Analogamente a queste ultime, inoltre, sono previsti appositi crash test di omologazione il cui superamento è condizione necessaria per l'installazione in sito del dispositivo. Questi ultimi, in particolare, prevedono l'urto con un veicolo sia leggero, per la determinazione della severità dell'impatto, sia pesante, per il contenimento massimo.

Numerosi studi disponibili in letteratura evidenziano che la direzione dell'impatto, che deve essere scelta in modo da essere la più critica per ciascuna prova, va dalla barriera più cedevole a quella più rigida e che il punto critico d'impatto si trova tra la metà ed i tre quarti della lunghezza totale della transizione nella direzione di impatto, a seconda che ad impattare sia un mezzo pesante o leggero.

Secondo quanto indicato nel D.M. 03.06.1998: *"Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione"* e nella Normativa UNI EN 1317-2 *"Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza"*, le transizioni si classificano sulla base degli indici precedentemente specificati.

3.2.2 Terminali di barriera

In generale è possibile classificare i sistemi di ritenuta terminali come:

1. Terminali immersi (vedi *Figura 4*);

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza



Figura 4 – Esempio di terminali immersi

2. Terminali non immersi (vedi *Figura 5*)

1. Tradizionali



Figura 5– Esempio di terminale tradizionale

2. Tradizionali (vedi *Figura 6*)

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 14 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza



Figura 6– Esempio di terminale con attenuatore

I terminali di barriera longitudinale possono essere realizzati sagomando e/o direzionando opportunamente gli elementi del dispositivo corrente od installando sistemi a se stanti realizzati e sottoposti a crash-test indipendentemente dal sistema a cui sono collegati.

Secondo la norma europea UNI EN 1317-4 i terminali debbono superare opportuni crash test condotti con vari angoli di incidenza.

Di seguito viene riportato in forma tabellare (si veda *Tabella 3.6*) lo schema della tipologia di terminali speciali da usare; come si nota la classe varia in base alla velocità di progetto del tratto di strada interessato dalla posa:

<i>Velocità imposta nel sito da proteggere</i>	<i>Classe degli attenuatori</i>
Con velocità $V > 130 \text{ km/h}$	P3
Con velocità $90 \leq V < 130 \text{ km/h}$	P2
Con velocità $V < 90 \text{ km/h}$	P1

Tabella 3.6 – Classe di terminali da usare in base alle diverse velocità di progetto

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 15 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

3.3 BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER BORDO LATERALE

Ai fini della scelta della classe delle barriere di sicurezza sono stati considerati i seguenti elementi:

- pendenza delle scarpate;
- altezza del rilevato;
- presenza di elementi rigidi, edifici, strade, o simili in prossimità del confine stradale;
- percentuale di traffico pesante.

Come riportato nei precedenti paragrafi, in riferimento alla protezione realizzata in rilevati, il D.M. 21.06.2004 obbliga l'installazione di dispositivi di ritenuta per altezza superiore a 1 metro nel caso di scarpate con pendenze $\geq 2/3$.

Riguardo alla tipologia di barriere bordo laterale su rilevato è stato scelto di adottare barriere in acciaio di classe **H2 tipo W6** con montanti infissi nell'arginello.

Il livello di severità assunto deve essere pari ad **A**.

La scelta è motivata dalle seguenti considerazioni:

- come previsto dalla normativa cogente, dopo aver verificato i prodotti attualmente in commercio, viene uniformata la classe di deformazione con quella prevista per le barriere bordo opera lungo i tracciati. Si viene così a creare un dispositivo "misto" utile nei casi in cui le singole tipologie di barriere non raggiungano la stesa minima;
- viene razionalizzata la posa di barriere.

L'interasse tra i montanti e la loro profondità di infissione sono descritti nei report di crash-test di ciascun dispositivo.

In particolare, l'infissione secondo il certificato dovrà essere rispettata e comunque compresa tra lunghezze pari a 1,5 - 2 volte l'estensione della porzione di montante emersa dal ciglio. La sagoma di quest'ultimo dovrà essere tale per cui a tergo di ogni singolo montante infisso sia garantito un margine ricoperto di almeno 70-80 cm affinché il terreno possa esplicare le reazioni necessarie al vincolamento del montante stesso.

Pertanto tutte le barriere potranno essere installate con paletti aventi una profondità d'infissione pari a quella riportata nei rispettivi certificati d'omologazione.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 16 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

La lunghezza minima utile di ciascuna installazione indipendente deve corrispondere almeno alla lunghezza dell'estesa di prova riportata nel Certificato di omologazione del dispositivo stesso se omologato, o comunque nei report di prova dei crash-test eseguiti in uno dei Centri autorizzati.

L'installazione complessiva del dispositivo longitudinale deve poi prevedere opportuni elementi terminali d'inizio e fine qualora il sistema di ritenuta si interrompa, o di opportuni elementi di transizione nel caso in cui vi sia il passaggio ad altra tipologia.

Gli elementi pericolosi del bordo laterale, presenti sull'opera d'arte, risultano sempre schermati dall'urto con le barriere correnti.

In particolare elementi marginali non deformabili, come per esempio sostegni di portali a cavalletto o a bandiera, saranno posizionati dietro le barriere di sicurezza ad una distanza tale da non interferire con la loro larghezza operativa omologata.

3.4 BARRIERE LONGITUDINALI PER BORDO PONTE E OPERA D'ARTE

Per la protezione dei bordi esterni lungo il cavalcavia di scavalco del sottopasso esistente e lungo i muri di sostegno è stato scelto di adottare barriere in acciaio di classe **H3 tipo W6**.

Le barriere metalliche H3 dovranno essere installate mediante flangia imbullonata su cordolo, sia quest'ultimo parte integrante dell'opera d'arte, elemento prefabbricato o elemento appositamente realizzato sul ciglio stradale.

Il D.M. 21.06.2004 prevede il controllo della compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto e ciò deve rientrare nelle verifiche strutturali delle opere d'arte.

Nel caso d'installazione su nuovi cordoli gettati su rilevato a margine della piattaforma, è opportuno che questi siano realizzati secondo le configurazioni di crash-test in termini di Rck del calcestruzzo, sezioni minime e portanza del piano di posa. In particolare, si richiede che i sistemi di ancoraggio della barriera siano i medesimi dell'installazione di prova.

L'emersione del cordolo dal piano stradale adiacente deve essere uguale a quella dell'installazione di prova e l'altezza delle lame longitudinali rispetto al piano stradale non deve essere ottenuta alterando la loro originaria posizione di vincolamento sul montante metallico.

I medesimi principi sono da adottarsi laddove l'installazione sia prevista in sommità ad un opera di sostegno.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 17 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Come anticipato nel precedente paragrafo, nei tratti dove la lunghezza di posa di questa tipologia di barriere risulta inferiore alla lunghezza minima di quella testata, la funzionalità è lo stesso garantita con la formazione di dispositivi "misti".

Infatti, se una barriera (bordo opera in questo progetto) ha sviluppo inferiore a quello minimo testato, è possibile estendere la posa collegandosi agli estremi con barriere bordo rilevato di pari classe di contenimento formando così un dispositivo "misto".

In questo caso la lunghezza minima dei dispositivi "misti" è sempre raggiunta considerando la maggiore delle lunghezze prescritte nei tipi di dispositivi impiegati.

Si ricorda come la normativa nell'istallazione, tolleri piccole variazioni rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia del tracciato.

Questo comporta ad esempio:

- possibilità di infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo;
- inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette;
- eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili.

3.5 VERIFICA DEL PARAPETTO LATERALE DELLA PISTA CICLABILE

Il parapetto metallico del ponte è collocato sul marciapiede lungo il bordo esterno, ha altezza massima di 1250mm al corrimano e l'interasse dei montati di 1800mm. Il montante è costituito da una sezione saldata curva fissata al calcestruzzo di soletta per mezzo di una piastra inghisata; la sezione è alta 100 mm ha piattabande 70x6 e anima sp.5 mm. Il corrimano è realizzato con un tubo □55 sp. 4 mm e sono presenti una serie di tubi di diametro inferiore a fare da schermatura. La

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 18 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

3.5.1 Condizioni di carico

Le condizioni di carico prese in considerazioni sono riassunte di seguito.

Azione sul corrimano

In base al D.M. 2018, l'azione applicata al corrimano vale:

$$q=1.5\text{kN/m, applicata a } 1.25\text{m da estradosso marcia piede}$$

Azione del vento

La pressione del vento risulta:

$$q_v = c_p p_v = 1.7 \times 0.97 = 1.65 \text{ kN/m}^2$$

La superficie della parte piena del parapetto risulta pari a $S_p = 1,8 \times (0.055 + 7 \times 0.04) + 0.07 \times 1.25 = 0.69 \text{ m}^2$ (campo compreso fra due montati).

La forza del vento risulta (interasse montanti 1.8m):

$$q_v = 1.65 \times 0.69 / 1.8 = 0.6325 \text{ kN/m}$$

applicata a 0.625 m da estradosso marciapiede.

3.5.2 Sollecitazioni e verifiche degli elementi principali

Verifica del corrimano

Lo schema di calcolo assunto è di trave in semplice appoggio su luce di 1.8m, i carichi agenti sono il peso proprio del tubo pari a 0.0503 kN/m (direzione y) e l'azione di 1.5kN/m (direzione z).

Le massime sollecitazioni SLU sono:

$$MS_{dy} = 1.5 \times 1.5 \times 1.82 / 8 = 0.91 \text{ kNm}, \quad VS_{d,z} = 2.025 \text{ kN}$$

$$MS_{dy} = 1.3 \times 0.05 \times 1.82 / 8 = 0.026 \text{ kNm}, \quad VS_{d,z} = 0.0585 \text{ kN}$$

Componendo le sollecitazioni si ha:

$$M_{sd} = (0.912 + 0.0262) \times 0.5 = 0.911 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = (2.0252 + 0.05852) \times 0.5 = 2.026 \text{ kN}$$

Il tubo ha le seguenti caratteristiche:

$$\phi = 55 \text{ mm}; \quad t = 4 \text{ mm}; \quad A = 641 \text{ mm}^2; \quad W = 7620 \text{ mm}^3 \quad A_v = 408 \text{ mm}^2$$

Lo stato tensionale massimo allo SLU risulta ampiamente contenuto nei valori di progetto:

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 20 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

$$\sigma = 911000 / 7620 = 119 \text{ MPa} < f_d = 338 \text{ MPa}$$

$$\tau = 2026 / 408 = 5 \text{ MPa}$$

Verifica del montante

Lo schema di calcolo adottato è di trave a sbalzo, con incastrato nel cordolo del marciapiede e luce di 1.25m. La condizione di carico più gravosa per l'elemento è una forza concentrata in sommità pari alla risultante dell'azione uniformemente distribuita sul corrimano di 1.5kN/m.

Le sollecitazioni SLU della sezione di incastro sono (combinazione accidentali +vento):

$$M_{Sd} = 1.5 \times 1.5 \times 1.8 \times 1.25 + 0.7 \times 1.5 \times 0.6325 \times 1.8 \times 0.625 = 5.81 \text{ kNm},$$

$$V_{Sd} = 1.5 \times 1.5 \times 1.8 + 0.7 \times 1.5 \times 0.6325 \times 1.8 = 5.48 \text{ kN}$$

Nella schermata che segue vengono valutati i parametri resistenti della sezione.

The screenshot shows a software interface for steel section design. At the top, there's a menu bar with 'File', 'Tipo Profilo', 'Giunto Flangiato', 'AcciaioCl', and a help icon. Below the menu, there's a section for 'Edita Profilo Utente' with buttons 'Aggiungi', 'Modifica', and 'Elimina'. A table lists various steel profiles with columns for Designation, g (Kg/m), h (mm), b (mm), tw (mm), tf (mm), and r (mm). The 'PARAP' profile is selected. To the right, there's a diagram of an I-beam section with dimensions labeled. Below the table, a detailed calculation panel for the 'PARAP' profile shows various resistance values: $N_{by,Rd}$ [kN] 335.2, $N_{bz,Rd}$ [kN] 335.2, $V_{ply,Rd}$ [kN] 66.53, $M_{cy,Rd}$ [kNm] 12.88, $M_{cz,Rd}$ [kNm] 3.994, and $V_{plz,Rd}$ [kN] 127.0. It also shows geometric properties like area, moments of inertia, and section modulus. On the right, a 'Classe Sezione' box shows 'Compressione' 1, 'Flessione My' 1, 'Flessione Mz' 1, and 'Presso-Flessione' 1. At the bottom right, there are buttons for 'Verifiche', 'Presso Flessione', and 'Svergolamento'.

$$M_{rd} = 12.88 \text{ kNm} \gg M_{Sd} = 5.81 \text{ kNm}$$

$$V_{Sd} = 5.48 \text{ kN} \ll 0.5V_{Rd} = 66.53 \text{ kN} \text{ (non influenza la resistenza a flessione)}$$

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 21 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

La verifica di resistenza risulta positiva come restituito di seguito:

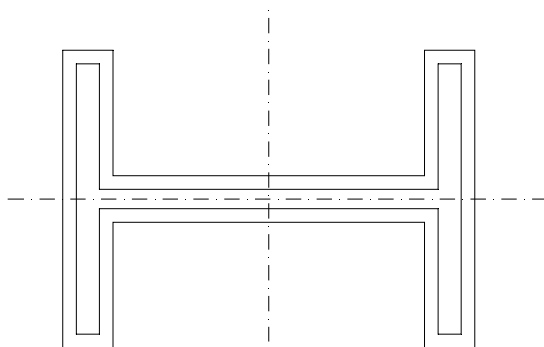
$$\sigma = M_y / W_y = 135.6 \text{ MPa} < f_d = 338 \text{ MPa}, \text{ con } W_y = 42.84 \text{ cm}^3$$

$$\tau = V_z S_y / (a J_y) = 10.1 \text{ MPa} < f_d / 3^{1/2} = 195 \text{ MPa}, \text{ con } a=5\text{mm } J_y = 214.2 \text{ cm}^4, S_y = 19.74 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{td} = 136.7 \text{ MPa} < f_d = 338 \text{ MPa}$$

L'instabilità flessione-torsionale si considera impedita dal vincolamento offerto dalla ringhiera e dal corrimano.

La saldatura alla base è fatta con un cordone di lato 5 tutto attorno al profilo del montante. La saldatura ha dunque le seguenti caratteristiche:



Area: 1711.4349
 Perimeter: 968.2800
 Bounding box: X: -53.5350 -- 53.5350
 Y: -38.5350 -- 38.5350
 Centroid: X: 0.0000
 Y: 0.0000
 Moments of inertia: X: 665138.1280
 Y: 2870081.5973
 Product of inertia: XY: 0.0000
 Radii of gyration: X: 19.7140
 Y: 40.9512
 Principal moments and X-Y directions about centroid:
 I: 665138.1280 along [1.0000 0.0000]
 J: 2870081.5973 along [0.0000 1.0000]

$$\sigma = M_y / W_y = 108.4 \text{ MPa} < 0.7 f_y = 248.5 \text{ MPa}, \text{ con } W_y = 53.61 \text{ cm}^3$$

$$\tau = V_z / A = 10.1 \text{ MPa} < 0.7 f_y = 248.5 \text{ MPa}, \text{ con } A = 17.11 \text{ cm}^2$$

La verifica è ampiamente soddisfatta.

3.5.3 Piastra di base

Il collegamento del montante al cordolo del marciapiede è attuato mediante una piastra di spessore 15mm saldata al profilo alto 100 mm e fissata al marciapiede tramite n=4 tasselli meccanici tipo HILTI HSA M12-8.8.

Le sollecitazioni più gravose SLU sono:

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 22 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

$$M_{sd} = 5.81 \text{ kN}, V_{sd} = 5.48 \text{ kN}$$

Si trascura cautelativamente lo sforzo normale comunque di entità ridotta.

Verifica della piastra metallica

La verifica di resistenza della piastra è fatta mediante il metodo degli elementi finiti, implementando un modello tridimensionale della piastra e di un tratto di montante. Gli elementi utilizzati sono plate a quattro nodi di dimensioni massime pari a 5x5mm. I tirafondi sono schematizzati mediante link reagenti a sola trazione e il calcestruzzo mediante link reagenti a sola compressione. Le caratteristiche meccaniche del materiale introdotte sono:

Modulo di Young $E_c = 210000 \text{ MPa}$

Modulo di Poisson $\nu = 0.3$

Nella figura seguente è restituito lo stato di tensione secondo il criterio di Von Mises che risulta ovunque inferiore a $f_d = 355/1.05 = 338 \text{ MPa}$.

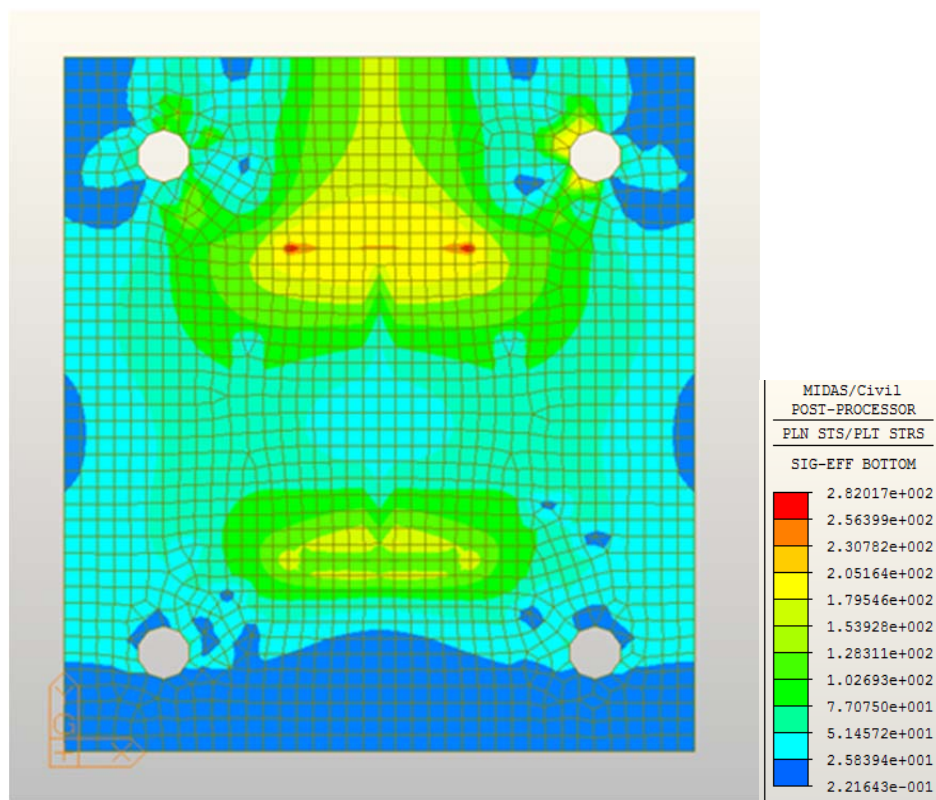


Figura 9: Stato di tensione secondo il criterio di Von Mises

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 23 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

Nell'immagine successiva si restituiscono le reazioni dei tirafondi e quelle sul calcestruzzo, le reazioni dei tirafondi sono molto simili a quelle ottenute nella verifica HILTI dove si assume l'ipotesi di piastra infinitamente rigida.

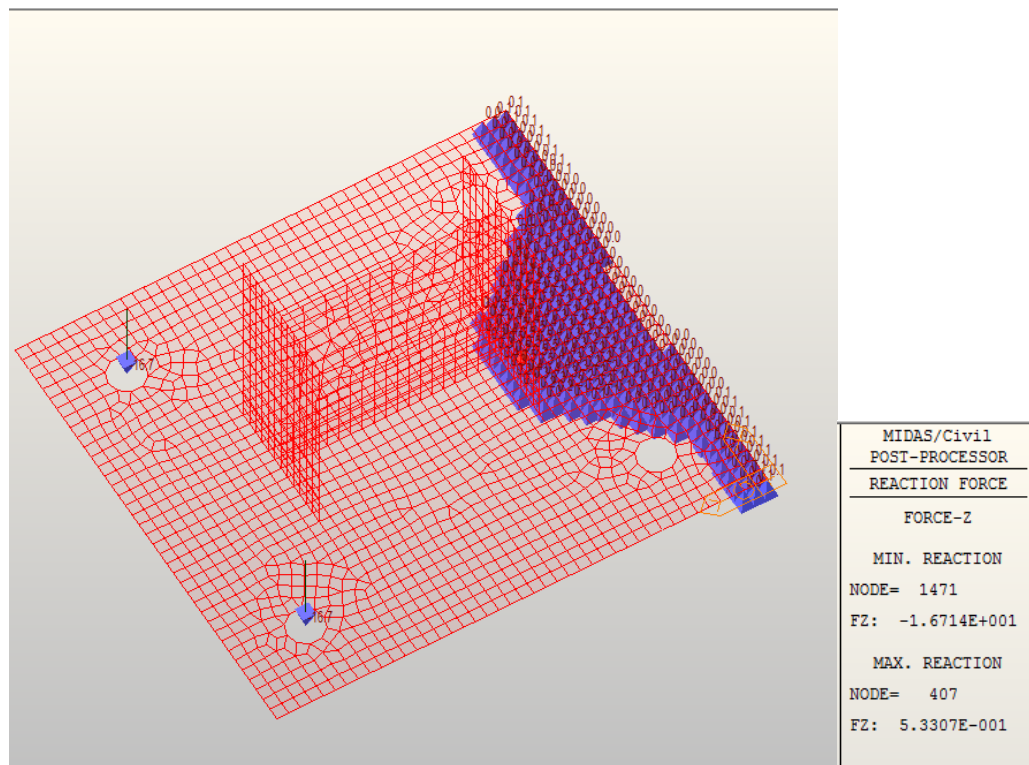


Figura 10: Reazione sui tirafondi e calcestruzzo

Il tiro sul tirafondo risulta di $16.7\text{kN} < F_{t,Rd} = 48.4\text{kN}$, rottura a trazione del bullone M12-8.8

La tensione sul calcestruzzo localizzata nel punto massimo risulta pari a $\sigma = 0.53 \times 1000 / 22 = 25.09\text{MPa}$

Tale valore va confrontato con la massima compressione locale (§4.1.8.1.4 del DM 14/01/2008):

$\sigma = 25.09\text{MPa} < 0.9f_{ck} = 29.9\text{MPa}$ (C32/40)

Verifica dei tirafondi

La verifica è restituita di seguito In base la procedura HILTI (normativa di riferimento ETAG-11/0006), il giunto lavora al 63%.

Codice elaborato: 2B010801A	Revisione: 0	Pagina: 24 di 28
-----------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HSA M12 hnom3

Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio ausiliare tra piastra e anco

Profondità di posa effettiva: $h_{eff} = 100 \text{ mm}$, $h_{nom} = 114 \text{ mm}$

Materiale:

Certificazione No.: ETA 11/0374

Emesso l Validato: 08/08/2016 | -

Prova: metodo di calcolo ETAG (Nr. 001 Allegato C/2010)

Fissaggio distanziato: $e_s = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio: $l_p \times l_y \times t = 210 \text{ mm} \times 190 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: IPE; (L x W x T x FT) = $100 \text{ mm} \times 55 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$

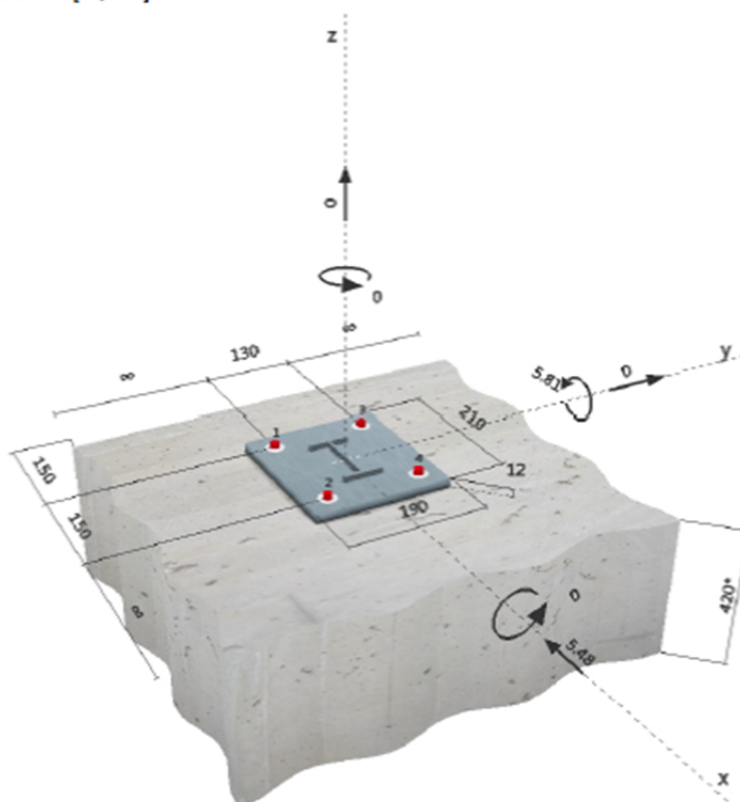
Materiale base: non fessurato calcestruzzo, C30/37, $f_{ct,prob} = 37,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 420 \text{ mm}$

Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: interasse delle armature $< 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $< 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)
senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
 Elaborato: BRETELLA DI
 COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI
 MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39
 "Moglianese"
 PROGETTO STRADALE - Relazione barriere
 di sicurezza

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

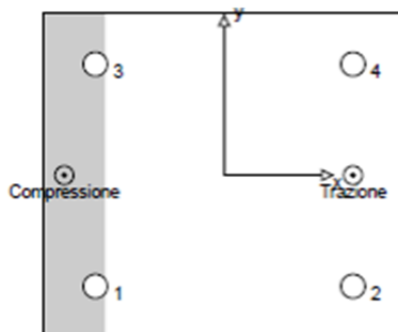
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0.000	1.370	-1.370	0.000
2	17.275	1.370	-1.370	0.000
3	0.000	1.370	-1.370	0.000
4	17.275	1.370	-1.370	0.000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.34 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 10.24 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(75/0): 34.550 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(-93/0): 34.550 [kN]



3 Carico di trazione (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo ρ_u [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	17.275	29.571	59	OK
Rottura per sfilamento*	17.275	28.386	61	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	34.550	58.705	59	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{t,Rk}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,Rd}$ [kN]	$N_{t,Rd}$ [kN]
41.400	1.400	29.571	17.275

3.2 Rottura per sfilamento

$N_{t,Rk}$ [kN]	ψ_s	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,Rd}$ [kN]	$N_{t,Rd}$ [kN]
35.000	1.217	1.500	28.386	17.275

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
129000	90000	150	300		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{s,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_t	$N_{t,Rk}^0$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,Rd}$ [kN]	$N_{t,Rd}$ [kN]	
10.100	61.436	1.500	58.705	34.550	

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
 Elaborato: BRETELLA DI
 COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI
 MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39
 "Moglianese"
 PROGETTO STRADALE - Relazione barriere
 di sicurezza

4 Carico di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1.370	23.600	6	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	5.480	176.116	4	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-**	5.480	37.271	15	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
29.500	1.250	23.600	1.370

4.2 Rottura per pryout

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
193500	90000	150	300	2.000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{sc1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{sc2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{sc,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Ed,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,s,p}$	$V_{Rd,s,p}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
61.436	1.500	176.116	5.480		

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
100	120	2.400	0.082	0.060	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
150	130500	101250			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{sc,V}$	$\psi_{s,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{sc,V}$	$\psi_{s,V}$
1.000	1.000	1.000	0	1.000	1.000
$V_{Ed,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,s,p}$	$V_{Rd,s,p}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
43.376	1.500	37.271	5.480		

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0.609	0.147	1.500	54	OK

$$\beta_N^0 + \beta_V^0 \leq 1.0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Ed}	=	12.796 [kN]	δ_N	=	1.762 [mm]
V_{Ed}	=	1.015 [kN]	δ_V	=	0.128 [mm]
			$\delta_{N,V}$	=	1.767 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Ed}	=	12.796 [kN]	δ_N	=	2.069 [mm]
V_{Ed}	=	1.015 [kN]	δ_V	=	0.194 [mm]
			$\delta_{N,V}$	=	2.078 [mm]

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE	
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELLAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" PROGETTO STRADALE - Relazione barriere di sicurezza

3.6 CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE

Si ritiene opportuno riassumere di seguito i principali fattori che possono avere una rilevante influenza sulla sicurezza della circolazione e quindi sono stati tenuti in considerazione all'atto della posa in opera delle barriere:

1. Nel montaggio delle barriere di sicurezza deve essere prestata la massima cura affinché non siano presenti spigoli vivi e/o profilati metallici non opportunamente sagomati, perlomeno dalla parte esposta al traffico, in particolare in corrispondenza di terminali e raccordi tra diversi tipi di barriera. Questi elementi costituiscono infatti un grande pericolo, in particolare per gli utenti di mezzi a due ruote;
2. Tutti i terminali delle barriere devono avere una collocazione opportuna, evitando di posizionarli sulla traiettoria di una possibile uscita di strada come ad esempio sul lato esterno della parte iniziale di una curva.
3. Nella scelta tipologica delle barriere è stato adottato il criterio generale di omogeneità delle tipologie impiegate, sia ai fini della sicurezza che dell'economicità di gestione durante l'esercizio dell'opera.
4. A seconda dei tipi commerciali delle barriere che verranno impiegati, l'Impresa esecutrice è tenuta a produrre, per ogni adattamento degli elementi strutturali e dei componenti - nei limiti previsti dal D.M. 21/06/2004 - una relazione di calcolo giustificativa del Produttore.