

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA A.V./A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA  
Lotto Funzionale Brescia-Verona  
PROGETTO DEFINITIVO**

**SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA –  
INFRASTRUTTURE STRADALI  
RELAZIONE GENERALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE  
**saipem spa**  
Tommaso Taranta

IL PROGETTISTA  
**saipem spa**  
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23/0001/Sez. A Settoria) civile e ambientale b) in materia c) dell'informazioni)  
Tel. 02.52024541 Fax: 02.52023309 CF. e P.IVA: 00826760157

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23/0001/Sez. A Settoria) civile e ambientale b) in materia c) dell'informazioni)  
Tel. 02.52024541 Fax: 02.52023309 CF. e P.IVA: 00826760157

CC

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

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

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	G	S	C	0	0	0	0	0	7	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
0	31.03.14	Emissione per CdS	M. T.	31.03.14	G. H.	31.03.14	L. Z.	31.03.14	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Lombardi) Data:

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31/03/2014

File: 16075\_02.doc



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 01-IR-E-16075 01

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
DE2 R G SC 0000 075

Rev.  
0

Foglio  
2 di 15

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE PROBLEMI DELL’AFFIANCAMENTO.....</b>	<b>7</b>
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
3.2	INQUADRAMENTO GENERALE DELLE ATTIVITÀ .....	7
3.3	ANALISI PARALLELISMO AUTOSTRADA AX-FERROVIA AV .....	9
<b>4</b>	<b>ATTIVITÀ DI VERIFICA .....</b>	<b>10</b>
4.1	ANALISI DELLE CONDIZIONI DI INCIDENTALITÀ, DI TRAFFICO E DI CIRCOLAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLE CONDIZIONI DI POTENZIALE INTERFERENZA AX-AV .....	10
4.2	STUDIO DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA LINEA AV, IN PRESENZA D’INTERFERENZA CON TEMPI DI RITORNO NON ACCETTABILI .....	10
<b>5</b>	<b>PRESIDI TIPO OPERE PER LA SICUREZZA.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>SEZIONI TIPO AREA INTERCLUSA .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>APPLICAZIONE DELLO STUDIO DAL KM 28+630 AL KM 131+120 AV/AC.....</b>	<b>15</b>

**NB: TUTTI GLI ELABORATI DI RIFERIMENTO CITATI ALL'INTERNO DEL DOCUMENTO SONO DA INTENDERSI CON CODICE COMMESSA " IN05" IN LUOGO DI "A202"**

## **1 PREMESSA**

Il presente studio ha per oggetto le problematiche di sicurezza derivanti dall'affiancamento tra la Linea AV/AC Torino-Venezia, nella Tratta Milano-Verona, e le Infrastrutture stradali esistenti o in progetto, legate al rischio costituito dall'uscita di strada di veicoli con conseguente potenziale invasione dell'area interclusa e della sede ferroviaria da parte di automezzi e/o di carichi trasportati.

Le infrastrutture stradali che interferiscono con la suddetta Tratta sono state suddivise in due categorie:

1) Infrastrutture stradali in corso di progettazione:

- Autostrada A.C.P ( tratto in progetto).

2) Infrastrutture stradali esistenti in esercizio:

- Autostrada A4, tratto Milano-Venezia.
- Autostrada A.C.P ( tratto in esercizio).

L'impostazione generale del Sistema AV/AC è stata effettuata sulla base degli standard normalmente utilizzati per le linee storiche delle FS, adeguati, ove necessario, al diverso scenario tecnologico caratterizzante l'AV/AC.

Il tracciato ferroviario della linea AV/AC è stato progettato affinché siano rispettate le caratteristiche geometriche e planoaltimetriche ai fini dell'esercizio ferroviario, tuttavia, necessariamente, per lunghi tratti esso si sviluppa in affiancamento con dette Infrastrutture stradali.

Al fine di fornire indicazioni per la soluzione delle problematiche relative all'affiancamento strada-ferrovia, il Committente ha prodotto delle "Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada-ferrovia".

In considerazione delle citate "Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada - ferrovia" e con riferimento a quanto già sviluppato per l'affiancamento tra la Linea AV/AC Milano-Napoli, per la Tratta Milano-Bologna, e l'Autostrada A1 (progetto già approvato da Autostrade/ANAS e Italferr/TAV/RFI), si è provveduto alla predisposizione del presente studio mirato all'identificazione, mediante analisi probabilistica, delle condizioni di potenziale interferenza tra le citate Infrastrutture stradali e la linea AV/AC (possibile invasione della sede ferroviaria da parte di un veicolo), sulla base delle condizioni di incidentalità, di traffico, di circolazione ed alla risoluzione delle problematiche di sicurezza.

In generale, i dati necessari per lo sviluppo dello studio sono:

1. *a cura dei Concessionari delle Infrastrutture stradali esistenti ed in progetto:*
  - 1.1 banca dati incidentale relativa ad un arco temporale di 5 anni;
  - 1.2 traffico giornaliero medio (TGM) per tratte relativo agli stessi anni per i quali sono forniti i dati incidentali;
  - 1.3 rilievi di traffico effettuati in corrispondenza di spire presenti nell'area oggetto di studio, da cui si è evidenziata la distribuzione delle diverse tipologie di mezzi sulla carreggiata;
  - 1.4 rilievo esteso ad un arco temporale di 24 h (giorno feriale), su una sezione del tratto autostradale in esame, indicante la velocità tenuta dagli utenti e la lunghezza di ciascun mezzo transitato;
  - 1.5 qualifica delle barriere stradali esistenti ed eventuali progetti di riqualifica delle barriere per le infrastrutture stradali esistenti; progetto delle barriere stradali per le infrastrutture stradali in progetto.
2. *a cura di Italferr:*
  - 2.1 limite invalicabile per la Linea AV = Gabarit di progetto;
  - 2.2 massa critica = massa autovettura (1500 kg);
  - 2.3 rischio accettabile = Tr pari a 100 anni.

In questa fase, acquisiti/ipotizzati i dati di base minimi necessari per lo studio, si è provveduto all'analisi delle condizioni di incidentalità, di traffico e di circolazione, all'identificazione delle condizioni di potenziale interferenza, allo studio degli interventi di protezione della linea AV/AC in presenza d'interferenza con tempi di ritorno non accettabili, alla definizione dei presidi tipo, alla definizione delle sezioni tipo per la sicurezza ed alla applicazione nei tratti in affiancamento con produzione di disegni di assieme: tavole con planimetrie 1:5.000 e sezioni caratteristiche 1:200.

Per la realizzazione del presente studio e per la redazione del Progetto Definitivo (luglio 2005), si sono fatte le assunzioni di seguito descritte:

A) Affiancamento con infrastrutture in progetto (BRE.BE.MI; ACP);:

Si è proceduto ricavando i dati di traffico di progetto dagli Studi di Impatto Ambientale delle diverse Infrastrutture stradali.

Per l'individuazione dei livelli di interferenza ed il calcolo dei presidi di sicurezza le infrastrutture stradali sono state considerate dotate di barriere di sicurezza stradali; a tal proposito si sono formulate ipotesi ragionevoli/cautelative in accordo con le indicazioni della normativa vigente (barriera bordo laterale di classe H2 in corrispondenza dei rilevati, barriera bordo opera d'arte di classe H2 in corrispondenza dei muri e nessuna barriera in corrispondenza dei tratti in trincea).

B) Affiancamento con infrastrutture esistenti in esercizio (A4):

In attesa di acquisire i dati citati relativi all'Infrastrutture stradale in esame, a cura del Concessionario, si è provveduto ad applicare tipologici / sezioni tipo analoghi a quelli della tratta Milano-Bologna trasponendoli adeguatamente per la tratta Milano-Verona;

l'approssimazione che ne deriva risulta compatibile con il livello di definizione proprio del progetto in esame.

In particolare, per la definizione dei livelli di interferenza e dei presidi di sicurezza fra le diverse infrastrutture per evitare l'invasione sulla sede ferroviaria, l'infrastruttura stradale è stata considerata, analogamente a quanto avvenuto per l'affiancamento tra la Linea AV/AC Tratta Milano-Bologna e l'Autostrada A1, priva di barriere di sicurezza stradali.

Nel corso del tavolo di confronto con il Committente sul documento "Relazione di istruttoria tecnica del Progetto Definitivo" (doc. A20200DIFISMD0000001A) tenutosi nell'ottobre 2005, Italferr ha avanzato la richiesta di perseguire l'ottimizzazione degli interventi nel tratto in affiancamento all'Autostrada A4, autorizzando CEPAV DUE a considerare anche tale infrastruttura dotata di barriere di sicurezza stradali ai fini della definizione dei livelli di interferenza e dei presidi di sicurezza. In analogia ai casi di affiancamento con le infrastrutture in progetto quindi, si sono formulate ipotesi ragionevoli/cautelative in accordo con le indicazioni della normativa vigente (barriera bordo laterale di classe H2 in corrispondenza dei rilevati, barriera bordo opera d'arte di classe H2 in corrispondenza dei muri e nessuna barriera in corrispondenza dei tratti in trincea).

\*\*\*

Nei capitoli seguenti è fornito un inquadramento generale dello studio.

Per semplicità di scrittura, saranno in alcuni casi utilizzate le seguenti abbreviazioni:

E2 = Cepav Due

IF = Italferr

AU = Concessionari di Infrastrutture esistenti o in progetto

AV = Linea Alta Velocità / Alta Capacità

Ax = Infrastrutture esistenti o in progetto

AI = Area interclusa

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si fa riferimento ai seguenti documenti generali:

- Prescrizioni Tecniche per la Progettazione Esecutiva;
- Linee Guida Ram&S per il Sistema AV/AC;
- Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada – ferrovia (rif. doc. xxx 00 01F NRCE0000007 rev. A);
- Progetto “Sicurezza Linea AV – Area Interclusa – Autostrada A1” Tratta MI–BO (rif. “Relazione Generale” doc. A10100VE1SDIA000002 rev. 1);
- Studio di Impatto Ambientale - A.C.P.
- Studio di Impatto Ambientale - BRE.BE.MI.

Si fa inoltre riferimento ai seguenti elaborati del progetto:

<b>Titolo elaborato</b>	<b>Codice Italferr</b>
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Condizioni di interferenza – Relazione illustrativa	A20200DE2EXSC0000076
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Tipologie di protezione ferroviaria – Relazione illustrativa simulazioni numeriche	A20200DE2EXSC0000077
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Sezioni tipo – Specifiche tecniche di progettazione	A20200DE2EXSC0000078
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI - Tipologie di protezione ferroviaria – Linee guida di progettazione delle opere	A20200DE2EXSC0000079
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Tipologie di protezione – Presidi in c.a. – Sezioni tipo	A20200DE2EXSC0000080
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Tipologie di protezione – Dune in terra rinforzata Tipo 1 e 2– Sezioni tipo e particolari	A20200DE2EXSC0000081/2
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Sezioni tipo	A20200DE2W9SC0000050/6
SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Planimetria e sezioni caratteristiche	A20200DE2AZSC0000001/30

### **3 DEFINIZIONE PROBLEMI DELL’AFFIANCAMENTO**

#### **3.1 Normativa di riferimento**

E’ stata presa in considerazione la seguente normativa tecnica italiana ed europea vigente in materia di sicurezza stradale, sicurezza sul lavoro, sicurezza sulla circolazione dei treni ecc.; in particolare:

- DM 21 giugno 2004 – Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale;
- DPR n° 753 del 11 luglio 1980 “Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell’esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto”;
- DM. n° 233 del 18 febbraio 1992 – Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- DM 3 giugno 1998 – Ulteriore aggiornamento del D.M. n. 233/92 , recante 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;
- DM 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al DM 3 giugno 1998, recante: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- DM 2 agosto 2001 – Proroga dei termini previsti dall’art. 3 del decreto ministeriale 11 giugno 1999, relativo alle barriere di sicurezza stradali.
- Norma UNI-CEN 1317-1 (Maggio 2000) – Barriere di sicurezza stradali – Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
- Norma UNI-CEN 1317-2 (Maggio 2000) – Barriere di sicurezza stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;
- Dlgs 626 del 19 settembre 1994 “Norme relative alla sicurezza e salute dei lavoratori durante il lavoro”;
- DM 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- Dlgs n. 285/92– “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. n. 495/92 – “Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada”.

#### **3.2 Inquadramento generale delle attività**

Per poter svolgere uno studio adeguato vanno preliminarmente identificati i pericoli associati al sistema Ax-AI-AV e gli eventi che conducono a detti pericoli; ad essi sono poi associati i vari livelli di rischio (intesi come la frequenza con la quale ci si può attendere un determinato evento o le conseguenze che derivano da esso), verificandone l’accettabilità per le seguenti componenti:

- Linea ferroviaria AV
- Area interclusa



I pericoli associati al sistema consistono in:

- 1) invasione di tutta o parte dell'area ferroviaria od addirittura eventuali collisioni con i treni circolanti;
- 2) invasione dell'Area Interclusa;
- 3) eventuali impatti contro i vari presidi e pertinenze ubicati nell'AI da parte di veicoli sviati o parte di essi.

Gli eventi che conducono ai suddetti pericoli sono stati identificati con l'abbandono della piattaforma stradale da parte di vari tipi di veicoli che percorrono l'infrastruttura stradale con assegnate velocità e sviano secondo determinate traiettorie.

Per i rischi da associare all'esercizio stradale si fa riferimento agli standard adottati nel Progetto "Sicurezza Linea AV – Area Interclusa – Autostrada A1" Tratta MI-BO (rif. "Relazione Generale" doc. A10100VE1SDIA000002; per l'A.I. i rischi sono associati alla sola presenza di personale e mezzi addetti alle operazioni di manutenzione e gestione nell'area interclusa.

La concretizzazione di questi rischi è associata ad una serie di variabili che si riconducono sostanzialmente alla posizione reciproca del corpo autostradale e ferroviario nella zona dell'affiancamento (distanze ed altezze dei rilevati/trincee) ed alle caratteristiche di viabilità ed infrastrutturali delle autostrade interferenti.

L'attività di analisi e verifica consiste nel definire una combinazione di distanze in proiezione orizzontale e di altezze dei rilevati (o trincee) stradale e ferroviario tali per cui sia possibile stabilire una delle seguenti condizioni:

- 1) nessuna interferenza (assenza di problematiche per l'affiancamento – la ferrovia si trova in una posizione plano-altimetrica non suscettibile di invasione da parte di veicoli sviati);
- 2) normale affiancamento (la ferrovia si trova in una posizione plano-altimetrica suscettibile di invasione da parte di veicoli sviati ed è possibile intervenire con dune in terra a difesa della stessa all'interno dell'AI);
- 3) affiancamento stretto (la ferrovia si trova in una posizione plano-altimetrica suscettibile di invasione da parte di veicoli sviati, ma lo spazio compreso tra le due infrastrutture non è sufficiente per poter intervenire in modo adeguato nell'AI e/o a bordo dell'infrastruttura stradale).

Inoltre, si analizza la presenza della linea AV e delle relative opere di protezione, prefigurata come un vincolo per le Infrastrutture stradali, indipendentemente dall'effettivo stato di riqualifica delle barriere stradali esistenti o di quanto previsto in progetto per le nuove infrastrutture; in generale, questo comporta una nuova definizione dei progetti di riqualificazione o inserimento delle barriere bordo laterale - lato ferrovia, in modo da assicurare un adeguato livello di sicurezza per gli utenti delle infrastrutture stradali.



### 3.3 Analisi parallelismo autostrada Ax-ferrovia AV

I criteri e gli obiettivi posti a base dello studio sono i seguenti:

- limitare, per quanto possibile, gli interventi sul corpo ferroviario ai fini della protezione;
- compatibilmente con gli spazi a disposizione, non compromettere possibilità di avere vie di fuga laterali dall'Ax, cercando di controllarne lo svio ed evitando così il coinvolgimento di altri veicoli sulla sede stradale.

## **4 ATTIVITÀ DI VERIFICA**

### **4.1 Analisi delle condizioni di incidentalità, di traffico e di circolazione e identificazione delle condizioni di potenziale interferenza Ax-AV**

Una volta fissati i dati di base (traffico di progetto, limite invalicabile per la linea AV, massa critica del mezzo in svio, tempo di ritorno), questi sono stati analizzati e sono state quindi determinate le distanze massime di interferenza AV-Ax in funzione delle altezze delle due infrastrutture sul piano di campagna, a mezzo di simulazioni del comportamento dei veicoli in svio.

La disaggregazione, l'omogeneizzazione, il trattamento dei dati di base, la descrizione dei modelli di simulazione del comportamento dei veicoli nelle varie fasi di svio e la determinazione delle condizioni di interferenza sono descritte nel documento "*SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI - Condizioni di Interferenza: Relazione illustrativa*" (A20200DE2EXSC0000076), al quale si rimanda per tutti i dettagli delle analisi.

### **4.2 Studio degli interventi di protezione della linea AV, in presenza d'interferenza con tempi di ritorno non accettabili**

Le valutazioni effettuate nei casi in cui la distanza tra la linea AV e la Ax sia tale da avere interferenza e le diverse soluzioni di protezione adottabili al variare della distanza Ax-AV sono riportate in dettaglio nel documento "*SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Tipologie di protezione: Relazione illustrativa simulazioni numeriche*" (A20200DE2EXSC0000077).

Il parametro assunto per la rappresentazione dell'interdistanza tra il corpo ferroviario ed il corpo stradale è la distanza  $L_p$ , definita come indicato in figura 1 (proiezione orizzontale della distanza tra il limite di invalicabilità ferroviaria ed il bordo Ax).

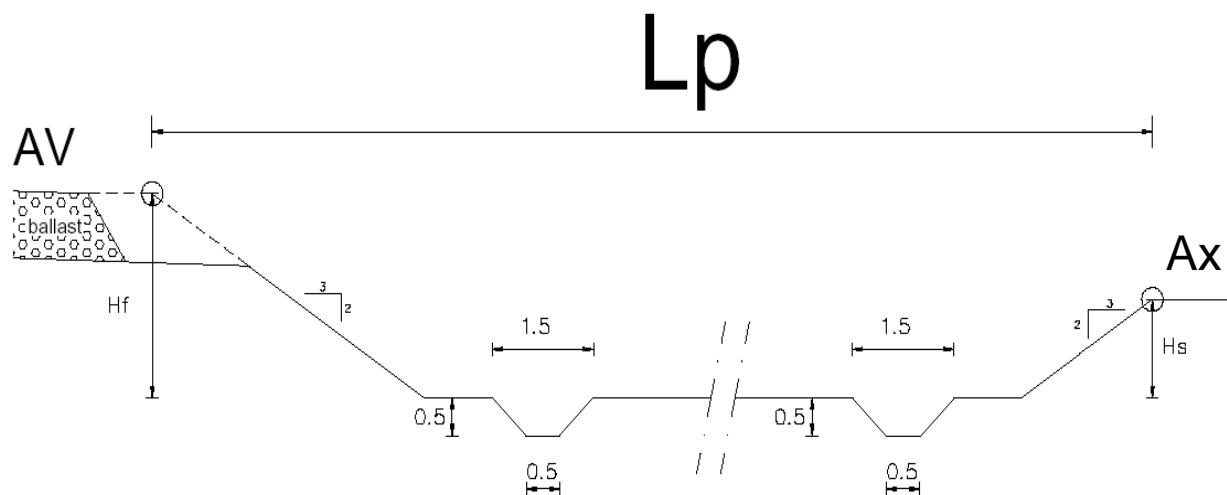
L'identificazione degli interventi di protezione previsti è basata su una stima del livello di rischio associato ad una data configurazione dell'AI di uno od entrambi i seguenti eventi:

- fuoriuscita di un veicolo o di parte di esso dalla sede stradale, con perdita di contatto dal suolo, e possibile collisione con la linea ferroviaria;
- fuoriuscita di un veicolo con mantenimento del contatto al suolo e potenziale risalita del mezzo sul corpo del rilevato ferroviario.

In tutti i casi in cui lo "spazio disponibile" per l'inserimento dell'elemento di protezione è "ristretto" (al ridursi della distanza tra la piattaforma stradale ed il limite ferroviario), l'elemento di protezione non potrà essere inserito in AI.

In questi casi, gli elementi di protezione sono collocati sul rilevato ferroviario (muri di sostegno, di sottoscarpa o di controripa).

Concordemente con quanto precedentemente visto e con quanto richiesto da Italferr, la definizione delle protezioni della linea AV destinate per un veicolo leggero e pesante in svio dall'Ax è da impostarsi, sia per le infrastrutture esistenti che per le infrastrutture in progetto, tenendo conto della presenza di elementi di ritenuta al bordo della piattaforma Ax e/o senza tener conto di possibili ostacoli naturali esistenti o previsti (cespugliature, alberature, ecc.).



**Figura 1: Definizione della distanza d'interferenza  $L_p$**

## **5 PRESIDI TIPO OPERE PER LA SICUREZZA**

La definizione della natura e consistenza delle opere di protezione deriva:

- dallo spazio fisico disponibile per l'inserimento dei diversi elementi di protezione e delle piste di manutenzione e controllo della linea AV e della Ax;
- dall'angolo di svio e dalla velocità posseduta dai veicoli in svio alle diverse distanze dal bordo dell'Ax, tenuto conto della possibilità che, in determinate condizioni, il veicolo perda contatto con la superficie e della configurazione della stessa (presenza di scarpate in discesa o in salita, presenza di fossi di guardia, presenza di tratti con un diverso valore della resistenza al rotolamento).

In tutti i casi in cui la distanza  $L_p$  è inferiore a quella di "non interferenza" individuata, occorre prevedere protezioni di natura e consistenza diversa; al fine di garantire la protezione dell'AV sono stati introdotti i seguenti presidi, classificati sulla base della loro ubicazione e funzione:

*a) opere poste in Area Interclusa*

a.1) con funzione di protezione dal veicolo in svio e dall'eventuale carico trasportato.

*b) opere poste sul rilevato AV e destinate al contenimento del solido ferroviario*

b.1) aventi funzione di protezione dal veicolo in svio e dall'eventuale carico trasportato;

b.2) con funzione di protezione dal solo veicolo (da utilizzarsi nei casi in cui la protezione dal carico trasportato venga garantita dall'altezza del rilevato ferroviario stesso).

In generale, le opere di protezione sono di due tipi:

- opere in terra - dune - poste in Area Interclusa:
  - duna in terra con scarpata 2/3;
  - duna invalicabile in terra rinforzata;
- opere in c.a. - muri:
  - muri in c.a. posti in Area Interclusa;
  - muri in c.a. di sostegno / sottoscarpa / controripa posti sul rilevato AV.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI - Sezioni tipo: Specifiche tecniche di progettazione" (A20200DE2EXSC0000078).

Per quanto riguarda la progettazione delle opere di protezione soggette all'impatto di un veicolo o del suo carico, si segnala:

- opere in terra - dune

Il progetto delle dune è basato sui seguenti elementi fondamentali:

- valutazione della geometria dell'intervento, in termini di estensione longitudinale, ed effetto dell'installazione dell'opera sulle traiettorie dei veicoli;
- verifica circa la stabilità interna del rilevato dal punto di vista statico (verifica della stabilità del rilevato);
- calcolo della profondità di penetrazione del veicolo o del suo carico, all'interno del rilevato, in modo da garantire un sufficiente volume di terreno da deformare senza che peraltro si produca l'attraversamento del rilevato stesso (verifica al superamento per sfondamento).
- verifica circa il terminale delle dune per quanto riguarda il collegamento tra la testata e la "zona di duna collaborante" (verifica del terminale).

- opere in c.a. - muri

Il progetto e la verifica dei presidi in c.a. è basato sui seguenti elementi fondamentali:

➤ per le opere con fondazioni dirette:

- verifica a rottura con criteri analoghi a quelli delle barriere stradali;
- verifica a punzonamento;
- verifica sugli elementi di sezione maggiormente sollecitati;
- verifiche di stabilità globale dei presidi da giunto a giunto;

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "*SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Tipologie di protezione ferroviaria - Linee guida di progettazione delle opere*" (A20200DE2EXSC0000079).

## **6 SEZIONI TIPO AREA INTERCLUSA**

Una volta definite le tipologie dei presidi e delle barriere necessarie a bordo Ax, le soluzioni da adottare per la sistemazione dell' Area Interclusa passano attraverso due verifiche distinte:

- le soluzioni devono essere in grado di garantire la non invasione della linea AV da parte del veicolo in svio (con tempo di ritorno di 100 anni);
- deve essere disponibile uno spazio sufficiente per l'inserimento dell'opera di protezione.

Sulla base di questa schematizzazione sono esplicitabili 3 possibili situazioni:

- Situazione di non interferenza - Si applica in quelle zone nelle quali la distanza tra il ciglio del rilevato stradale e quello del rilevato ferroviario è maggiore del valore  $L_p$  d'interferenza, calcolato per una data altezza dei due rilevati mediante la procedura illustrata nel documento "SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI – Condizioni di Interferenza: Relazione illustrativa" (A20200DE2EXSC0000076).
- Situazione di "affiancamento" - in queste zone la distanza tra i rilevati è minore di  $L_p$  di interferenza, un mezzo in svio può invadere sempre la sede ferroviaria ed un mezzo pesante fino a certe distanze tra i rilevati; la larghezza dell'area interclusa è però sufficiente per affidare la protezione della linea AV a dune, di diverso tipo a seconda dello spazio disponibile.
- Situazione di "stretto affiancamento"- in queste zone vi può essere ancora invasione della linea AV, ma lo spazio disponibile non è sufficiente ad inserire dune e la protezione è affidata alla presenza di muri in c.a. o comunque ad altri presidi.

In generale sono state individuate n. 7 sezioni tipo che costituiscono l'applicazione delle varie soluzioni per l'utilizzo dei presidi, descritti in precedenza, alle principali "configurazioni minime" ricorrenti lungo la tratta; la loro rappresentazione è riportata negli elaborati grafici "SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI - Sezioni tipo" (A20200DE2W9SC0000050/6), mentre la loro descrizione esplicativa è riportata nel documento "SICUREZZA LINEA A.V./A.C. – AREA INTERCLUSA – INFRASTRUTTURE STRADALI - Sezioni tipo: Specifiche tecniche di progettazione" (A20200DE2EXSC0000078), al quale si rimanda per maggiori dettagli.

## **7 APPLICAZIONE DELLO STUDIO DAL KM 28+630 AL KM 131+120 AV/AC**

L'applicazione dello studio in esame alla Linea AV/AC Milano-Verona è rappresentata mediante tavole di assieme con planimetrie 1:5.000 e sezioni caratteristiche 1:200, con circa n. 2 sezioni caratteristiche per ogni tavola.

In particolare, sulle tavole di assieme sono riportati i campi di applicazione delle diverse sezioni tipo e delle diverse tipologie di barriere di sicurezza poste al bordo delle infrastrutture stradali. Per tutte le infrastrutture stradali (esistenti ed in progetto) sono rappresentate sia le barriere stradali considerate per i calcoli dell'ampiezza delle zone di interferenza, sia le eventuali integrazioni da prevedere per la sicurezza dell'utente stradale a causa dell'inserimento di opere nell'AI (dune o muri) o sul rilevato AV (muri).

Le zone di interferenza esaminate sono riportate nella seguente tabella:

<b>Progressive linea A.V./A.C.</b>	<b>Infrastruttura stradale interferente</b>
0+000 – 1+000 (I.C. Treviglio Est)	Autostrada BRE.BE.MI
72+500 – 97+000	Autostrada A.C.P.
97+000 – 131+120	Autostrada A4 esistente
0+000 1+900 (I.C. Brescia Est)	Autostrada A4 esistente

\*\*\*