

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**

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE

RELAZIONE GENERALE E SEZIONI TIPO

IL PROGETTISTA

PIACENTINI INGEGNERI s.r.l.
Dott. Ing. Luca Piacentini
Ordine degli Ingegneri di Bologna

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo
degli Ingegneri della Provincia di Milano
al n. A23408 - Sez. A Settori:
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020357 - Fax 02.52020309
C.F. e P.IVA 00825790157

RELAZIONE GENERALE SUGLI ATTRAVERSAMENTI STRADALI

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 O I V 0 0 0 0 0 0 1 0

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	PIACENTINI	31.03.14	AGIRBI	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 20000_05.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20000_05

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROIV0000-001

Rev.

0

Foglio

2 di 21

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E RIFERIMENTI.....	4
2.1	<i>Opere in c.a. e strutture metalliche</i>	<i>4</i>
2.2	<i>Ponti stradali</i>	<i>5</i>
2.3	<i>Geotecnica, fondazioni e geologia.....</i>	<i>6</i>
2.4	<i>Principali istruzioni C.N.R.</i>	<i>6</i>
2.5	<i>Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR.....</i>	<i>6</i>
2.6	<i>Barriere stradali</i>	<i>7</i>
2.7	<i>Strade.....</i>	<i>8</i>
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
4	CATEGORIE DELLE STRADE IN PROGETTO.....	10
5	SEZIONI TIPO	11
6	VELOCITA' DI PROGETTO.....	12
6.1	<i>SCelta DELLA VELOCITA' DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI RAGGI DI CURVATURA</i>	<i>12</i>
6.2	<i>SVILUPPO MINIMO DELLE CURVE CIRCOLARI.....</i>	<i>16</i>
6.3	<i>CURVE DI TRANSIZIONE (CLOTIDI).....</i>	<i>16</i>
6.4	<i>LUNGHEZZA MASSIMA DEI RETTIFILI.....</i>	<i>17</i>
6.5	<i>ANDAMENTO ALTIMETRICO.....</i>	<i>18</i>
6.6	<i>ALLARGAMENTO DELLA SEDE CARRABILE IN CURVA.....</i>	<i>18</i>
7	BARRIERE DI SICUREZZA.....	19

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20000_05

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROIV0000-001

Rev.

0

Foglio

3 di 21

1 PREMESSA

Il tracciato della nuova linea ferroviaria ad Alta Capacità Milano-Verona interferisce con varie viabilità presenti sul territorio.

Si pone pertanto la necessità di realizzare opere di attraversamento che comprendono un'opera d'arte, cioè un cavalcaferrovia, ed un nuovo tratto di strada, che raccorda sui due lati l'opera d'arte alla viabilità esistente; questa nuova viabilità si discosta dalla viabilità esistente come andamento planimetrico e/o come andamento altimetrico.

Nel seguito si descrivono i criteri in base ai quali sono stati progettati i nuovi tratti stradali.



2 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

2.1 **OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE**

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;

Circ. Min. LL. PP. del 14 Febbraio 1974, n. 11951 - Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086;

Circ. Min. LL. PP. del 23 ottobre 1979 n. 19581 - L. 5 novembre 1981, n. 1086 – Collaudo statico;

D. M. Min. LL. PP. del 14 febbraio 1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;

Circ. Min.LL.PP. n°37406 AA.GG./STC del 24 giugno 1993 - Istruzioni per l'applicazione delle " Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 14 febbraio 1992.

D. M. Min. LL. PP. del 09 gennaio 1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche;

Circolare Min. LL. PP. n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15 ottobre 1996 - Istruzioni 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;

D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

Circolare Min. LL.PP. n. 156 AA.GG./STC. del 4 luglio 1996 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996;

Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;



Circolare dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D. M. del 16.01.1996;

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003 - Modifiche ed integrazioni all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri -

Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003- recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

Decreto 21 ottobre 2003 - Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri -Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 - recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

Nota esplicativa Dip. Protezione Civile Uff. SSN 4 giugno 2003 - Nota esplicativa all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri -Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 -recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1

UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”

Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

2.2 *PONTI STRADALI*

D. M. Min. LL. PP. del 4 maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali;

Circolare Min. LL. PP. n. 34233 del 25 febbraio 1991 - Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;

2.3 *GEOTECNICA, FONDAZIONI E GEOLOGIA*

D.M. Min. LL.PP. del 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

Circolare Ministero LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, di cui al decreto ministeriale 11 marzo 1988;

Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1996, n. 218/24/3 - D.M. 11 marzo 1988 - Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;

2.4 *PRINCIPALI ISTRUZIONI C.N.R.*

CNR UNI 10016 - Costruzioni in acciaio - travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione;

CNR 196/2000 - Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni;

CNR 10012/85 - Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle costruzioni;

CNR 10018/87 - Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego;

CNR 10030/87 - Anime irrigidite di travi a parete piena;

CNR 10024/86 - Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;

CNR 10011/86 - Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;

2.5 *ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR*

Direttiva 96/48/CE del 23 luglio 1996 - Specifiche Tecniche di interoperabilità del sottosistema manutenzione del sistema ferroviario transeuropea ad alta velocità di cui all'art. 6, paragrafo 1;

Istruzione I/SC/PS-OM/2298 del 13 gennaio 1997 - Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo;



RFI DINIC MA PO 00 001 - RFI - Rete Ferroviaria Italiana - Manuale di Progettazione Ponti;
Istruzione n.° 44a F.S.- Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria;
Istruzione n.° 44b F.S. - Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica (ed. 14.04.98);
Istruzione n.° 44e F.S. - Istruzioni tecniche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari;
Istruzione n.° 44f F.S. - Verifiche a fatica dei ponti ferroviari metallici;
Istruzione n.° 44s F.S. - Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari;
IL.V.1 CM S.LC 1978 e modificazioni - Capitolato Tecnico per le forniture dei prodotti di acciaio laminati a caldo, profilati unificati od in profilati F.S.;

2.6 *BARRIERE STRADALI*

D.m. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223

Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.

D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) – 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

D. M. Min. LL. PP. del 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. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza “

D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) – Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza



2.7 STRADE

D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;

D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;

D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell’articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.

D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada

L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada

D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili

Bollettino CNR n. 150 – Norme sull’arredo funzionale delle strade urbane

D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali

Regione Lombardia – Regolamento regionale 24 aprile 2006 n.7 – Norme tecniche per la costruzione delle strade



3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

TIPOLOGICO SOLETTA IMPALCATI STRUTTURA MISTA – CATEGORIA C2 – RELAZIONE DI CALCOLO	IN0500DE2CLIV0005031
TIPOLOGICO SOLETTA IMPALCATI STRUTTURA MISTA – CATEGORIA F2 – RELAZIONE DI CALCOLO	IN0500DE2CLIV0005032
TIPOLOGICO SOLETTA IMPALCATI STRUTTURA MISTA – CATEGORIA C2 – LASTRE TRALICCIATE	IN0500DE2BZIV0008002
TIPOLOGICO SOLETTA IMPALCATI STRUTTURA MISTA – CATEGORIA F2 – LASTRE TRALICCIATE	IN0500DE2BZIV0008003
TIPOLOGICO CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – CATEGORIA C2 – CONTROVENTI SUPERIORI E RITEGNI SISMICI	IN0500DE2BZIV0007015
TIPOLOGICO CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – CATEGORIA F2 – CONTROVENTI SUPERIORI E RITEGNI SISMICI	IN0500DE2BZIV0007016
TIPOLOGICO CVF STRADE CAT. C2: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	IN0500DE2CLIV0005027
TIPOLOGICO CVF STRADE CAT. F2: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	IN0500DE2CLIV0005018
TIPOLOGICO CVF STRADE CAT C2 : CARPENTERIA IMPALCATO	IN0500DE2BBIV0005007
TIPOLOGICO CVF STRADE CAT F2 : CARPENTERIA IMPALCATO	IN0500DE2BBIV0005019
TIPOLOGICO CVF ARREDO IMPALCATO. PARAPETTO PEDONALE H.110cm	IN0500DE2BZIV0005011
TIPOLOGICO CVF ARREDO IMPALCATO. BARRIERA PARASASSI H.300cm	IN0500DE2BZIV0005012
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PIANTE E DETTAGLI	IN0500DE2PZIV0003003
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. ELEMENTO DI DISCONTINUITA' TIPO A	IN0500DE2PZIV0003004
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. ELEMENTO DI DISCONTINUITA' TIPO B	IN0500DE2PZIV0003005
CAVALCAFERROVIA SEZIONI TIPO OPERE D'ARTE STRADA CAT C2	IN0500DE2WBIV0004003
CAVALCAFERROVIA SEZIONI TIPO OPERE D'ARTE STRADA CAT F2	IN0500DE2WBIV0004007
TIPOLOGICO CVF : MESSA A TERRA. PROTEZIONE CORRENTI VAGANTI	IN0500DE2BZIV0005013
CAVALCAFERROVIA PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI	IN0500DE2QXIV0000001
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA C2-F2 : CARPENTERIA PILE CON PLINTO AD 8 PALI	IN0500DE2BZIV0007004
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA C2-F2 : CARPENTERIA PILE CON PLINTO A 6 PALI	IN0500DE2BZIV0005001
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA C2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO AD 8 PALI	IN0500DE2BXIV0007005
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA C2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO A 12 PALI	IN0500DE2BXIV0004001
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA F2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO AD 8 PALI	IN0500DE2BXIV0004002
CAVALCAFERROVIA STRADE CATEGORIA F2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO A 12 PALI	IN0500DE2BXIV0004003
TIPOLOGICO CVF : ZONE DI TRANSIZIONE RILEVATO / CAVALCAFERROVIA	IN0500DE2WBIR0000010
GIUNTI TIPOLOGICI PER CVF – RELAZIONE TECNICA	IN0500DE2ROIV000700
GIUNTI TIPOLOGICI PER CVF – FASI DI POSA	IN0500DE2BYIV0007001
TIPOLOGICO CVF – RELAZIONE DI CALCOLO APPARECCHI APPOGGIO A CALOTTA SFERICA	IN0500DE2CLIV0007002
TIPOLOGICO CVF – APPARECCHI APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO FISSO	IN0500DE2BZIV0007002
TIPOLOGICO CVF – APPARECCHI APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE	IN0500DE2BZIV0007003
TIPOLOGICO CVF – APPARECCHI APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO UNIDIREZIONALE TRASVERSALE	IN0500DE2BZIV0007004
TIPOLOGICO CVF – APPARECCHI APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO MULTIDIREZIONALE	IN0500DE2BZIV000Z001
TIPOLOGICO CVF – RITEGNO SISMICO LONGITUDINALE DI SPALLA	IN0500DE2BZIV000Z002
TIPOLOGICO CVF – RITEGNO SISMICO TRASVERSALE DI PILA E DI SPALLA	IN0500DE2BZIV000Z003
GIUNTI DI DILATAZIONE – TAVOLA GENERALE	IN0500DE2BZIV0007008
GIUNTI DI DILATAZIONE – GIUNTO POSATO	IN0500DE2BZIV0007009
TIPOLOGICO CVF – OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO SCAVI – SCHEMI TIPOLOGICI	IN0500DE2PZIV00000010

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20000_05

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROIV0000-001

Rev.

0

Foglio

10 di 21

4 CATEGORIE DELLE STRADE IN PROGETTO

Le varianti stradali in oggetto vengono progettate con riferimento alle categorie previste dalla Normativa (D.M. 05/11/2001) e dal Codice della strada attualmente vigente.

La scelta della Categoria di Strada è stata fatta in base alle richieste degli Enti temporaneamente competenti, cioè dalla Provincia di Brescia e di Bergamo e della Regione Lombardia, richieste che sono state recepite nella delibera CIPE relativa al progetto.



5 SEZIONI TIPO

La larghezza delle sedi carrabili e le geometrie degli elementi di bordo sono state definite in base a quanto previste dalla Normativa (D.M. 05/11/2001).

Le composizioni delle sovrastrutture stradali, cioè gli strati di fondazione e sottofondazione e gli strati delle pavimentazioni bituminose, con i relativi spessori, sono stati definiti rispettando quanto richiesto in tal senso dagli Enti Competenti, cioè dalle Provincie di Bergamo e di Brescia e dalla Regione Lombardia, o dai Comuni.

In particolare per le strade di categoria “F” si prevede una sovrastruttura stradale costituita dai seguenti strati:

- Manto di usura (conglomerato bituminoso chiuso) dallo spessore di 3 cm;
- Binder (conglomerato bituminoso semiaperto) dallo spessore di 4 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 8 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 20 cm.

Per le strade di categoria “C” si prevede:

- Manto di usura (conglomerato bituminoso chiuso) dallo spessore di 3 cm;
- Binder (conglomerato bituminoso semiaperto) dallo spessore di 6 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 12 cm;
- Strato in Misto cementato dallo spessore di 22 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 25 cm.

6 VELOCITA' DI PROGETTO

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato in data 5 novembre 2001 le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” con le quali si sono definiti nuovi criteri per la definizione e la progettazione delle caratteristiche plano-altimetriche delle strade.

Tali nuovi criteri che rivestono carattere di normativa e quindi sono vincolanti per le nuove progettazioni pongono precisi limiti per le grandezze proprie dei tracciati stradali; tali limiti risultano a volte molto onerosi in termini sia economici che di impatto sul territorio.

Lo stesso Ministero delle Infrastruttura e dei Trasporti ha emanato in data 22 aprile 2004 la “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»” con il quale viene dichiarata la applicabilità del DM 05/11/2001 solo alle strade di nuova costruzione.

Lo stesso decreto prevede che “Entro sei mesi dalla pubblicazione del presente decreto, la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione, nel rispetto dei vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, delle condizioni locali, nonché' delle esigenze della continuità di esercizio e che entro lo stesso termine la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone apposite linee guida contenenti criteri e modalità per la presentazione delle richieste di deroga alle norme di cui al punto 1 del presente articolo”.

Appare quindi evidente che i criteri di progettazione contenuti nel DM 05/11/2001 non saranno vincolanti per gli interventi sulle viabilità esistenti.

Si riportano di seguito le scelte effettuate ed i vincoli progettuali che si sono adottati e che hanno portato alla definizione dei parametri fondamentali caratterizzanti le viabilità oggetto della progettazione.

6.1 *SCELTA DELLA VELOCITA' DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI RAGGI DI CURVATURA*

Le Norme Tecniche per la progettazione stradale DM 11/05/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” fissano come criterio fondamentale per la definizione planimetrica delle strade di nuova costruzione la definizione del campo di velocità di progetto all'interno del quale deve variare la velocità di progetto dei vari elementi (rettifili, curve) che compongono il tracciato.



La variazione della velocità di progetto tra un elemento e gli elementi adiacenti è fissata da regole precise, che devono essere rispettate nel definire il diagramma di velocità:

Fondamentale è la definizione della velocità di progetto massima, che è il valore di velocità da considerarsi su tutti gli elementi più favorevoli del tracciato, cioè ad esempio in tutti i rettifili di lunghezza maggiore di 300÷400m.

Nel fissare la velocità di progetto massima per i diversi tipi di strade la Norma fa preciso e ripetuto riferimento alla velocità massima prevista dal Codice della Strada per quel tipo di strada; più precisamente la velocità massima di progetto per ogni tipo di strada pari al valore del limite di velocità previsto dal Codice della Strada su quel tipo di strada, aumentato di 10 km/h; si veda la tabella 3.4.a della Normativa riportata alla pagina seguente

Per le strade extraurbane di categoria “B” la velocità massima di progetto viene fissata in 120 km/h mentre per le strade extraurbane di categoria “C” ed “F” la velocità massima di progetto viene fissata in 100 km/h; si veda la tabella 3.4.a della Normativa riportata alla pagina seguente.

Le viabilità oggetto della presente progettazione sono di tre tipi:

- strade ex-statali
- strade provinciali
- strade comunali

Per i suddetti tipi si sono adottate, in ottemperanza a quanto stabilito dalla delibera CIPE, le sezioni tipo definite dalla Normativa attuale come “B”, “C1”, “C2”, “F1” ed “F2” con i relativi intervalli di velocità di progetto (70-120 km/h per la categoria “B”, 60-100 km/h per le categorie “C1” e “C2” e 40-100 km/h per le categorie “F1” ed “F2”).

Il diagramma di velocità delle varianti in progetto dovrà pertanto essere costruito tenendo conto di questi valori.

Il diagramma di velocità deve essere tracciato considerando gli elementi della viabilità esistente che rimangono in essere in adiacenza all’intervento in progetto. In questo modo si definiscono le velocità da considerare agli estremi dell’intervento stesso.

Altro fatto fondamentale è però che le varianti stradali in corrispondenza di cavalcavia sono interventi sulla viabilità esistente di estesa limitata per i quali la Norma prevede che si possono disattendere le prescrizioni in essa contenute a patto che si dimostri di rispettare condizioni di sicurezza per la circolazione.

In quest’ambito si configura la possibilità di progettare le varianti con velocità massima di progetto minore di 100 km/h, nel caso in cui gli Enti Gestori stabiliscono di fissare per il tratto di strada limiti di velocità inferiori di 90 km/h previsti dal Codice della Strada per le strade extraurbane.



Seguendo lo stesso criterio utilizzato dalle Norme si definirà la V_p max pari al limite di velocità previsto aumentato di 10 km/h.

Così facendo si è sicuri di rispettare, secondo quanto richiesto dalla Norma in caso di deroga, le dovute condizioni di sicurezza.

Si riportano di seguito i valori di V_p max che si prevede di utilizzare, unitamente ai valori di velocità che andrà imposto sulla strada:

V_p max = 80 km/h con limite di velocità 70 km/h

V_p max = 60 km/h con limite di velocità 50 km/h

Queste situazioni di deroga con limitazione della V_p max dovranno essere opportunamente concordate con gli Enti Gestori.

E' evidente che i limiti di velocità ridotti dovranno essere imposti tramite opportuna segnaletica.

Il minimo raggio planimetrico adottabile, viene valutato in base al diagramma delle velocità.



TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto		
					Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)	
1	2	3	4	5	6	7	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	130	2 o più	90	140
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
		URBANO	strada principale	130	2 o più	80	140
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	40	60
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	110	2 o più	70	120
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100
			C2	90	1	60	100
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	70	2 o più	50	80
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	25	60
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		50	1 o più	40	60
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	90	1	40	100
			F2	90	1	40	100
		URBANO		50	1 o più	25	60

C₁ - F₁ = strada extraurbana a traffico sostenutoC₂ - F₂ = strada extraurbana a traffico limitato

6.2 SVILUPPO MINIMO DELLE CURVE CIRCOLARI

Uno dei vincoli geometrici più forti introdotti dalla nuova normativa riguarda la lunghezza dell'arco di cerchio che unito ai due archi di clotoide costituisce ciascuna curva planimetrica.

La normativa limita la lunghezza di tale arco di cerchio al valore necessario a far sì che un veicolo che lo percorre alla velocità desumibile dal diagramma delle velocità impieghi almeno 2.5 secondi ad attraversarlo.

Come conseguenza di tale limite e del rapporto fissato tra velocità di progetto, raggio di curvatura e parametro della clotoide si verifica quanto segue:

- noto il raggio di curvatura e la velocità di progetto risulta vincolato il parametro della clotoide
- fissato il parametro della clotoide e noti i valori suddetti è possibile determinare il valore minimo della deviazione angolare minima necessaria tra i due rettili tra cui viene inserito la curva planimetrica al fine di rispettare tutte le condizioni imposte dalla normativa.

Quando gli interventi da progettare sono di lunghezza limitata risultano più vincolanti le condizioni esistenti e quindi molto di frequente ci si trova a dover raccordare viabilità in sito caratterizzate da deviazioni angolari minime dovute al fatto che tali viabilità sono nate in fasi successive e assecondando vincoli esistenti quali potevano essere confini, fossi canali ecc.

In questi casi si verifica l'impossibilità di adottare raggi di curvatura compatibili con velocità limitate e quando la deviazione angolare arriva a valori intorno a 5° non è più possibile individuare una geometria che rispetti la normativa vigente.

In questi casi l'unica soluzione possibile risulta essere quella di introdurre lungo il tracciato pronunciate curve e controcurve che permettono di aumentare artificialmente le deviazioni angolari esistenti.

Risulta evidente che tali soluzioni comportano notevoli oneri economici, di impatto ambientale (occupazione di notevoli porzioni di territorio) e l'introduzione di tortuosità non presenti lungo i tracciati stradali esistenti.

Ancora secondo quanto previsto dalla stessa Normativa, dovendo progettare interventi sulle viabilità esistenti si può derogare dalla presente prescrizione di Normativa, controllando comunque che la deviazione angolare della curva non sia limitata in modo tale da creare condizioni di pericolosità.

6.3 CURVE DI TRANSIZIONE (CLOTOIDI)

Viene verificato il parametro di scala A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

- Limitazione del contraccollo.

Criterio 1: $A \geq [V^3/c - gVR(qf - qi)/c]^{0.5}$

(oppure utilizzando la formula approssimata: $A \geq 0.021 \times V^2$)

- Limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

Criterio 2: $A \geq [R/\Delta_{imax} \times 100 \times Bi \times (qi + qf)]^{0.5}$

dove:

Bi = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

Δ_{imax} = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano Bi dall'asse di rotazione;

qi = pendenza trasversale iniziale in valore assoluto espressa in unità assolute;

qf = pendenza trasversale finale in valore assoluto espressa in unità assolute;

- Percezione ottica del tracciato:

Criterio 3: $R/3 \leq A$

$A \leq R$

Inoltre tra due clotoidi, di parametro $A1$ e $A2$ rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

6.4 LUNGHEZZA MASSIMA DEI RETTIFILI

Secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001 per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

dove V_{pmax} è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. Pertanto nel caso in studio, ove $V_{pmax} = 60$ km/h, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 1320$ m.

Nel caso del flesso è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore a:

$$L = (A1 + A2)/12.5$$

dove $A1$ e $A2$ sono i parametri delle clotoidi che si connettono al rettifilo.

6.5 ANDAMENTO ALTIMETRICO

La velocità di progetto del tracciato stradale influenza pesantemente anche le caratteristiche dei raccordi circolari da introdurre tra le livellette del profilo longitudinale.

Analogamente a quanto considerato per l'andamento planimetrico, anche per l'andamento altimetrico si possono limitare i raggi altimetrici e quindi di conseguenza si può limitare l'ingombro effettivo dell'opera limitando il valore limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto tramite limiti amministrativi di velocità.

La scelta dei raggi altimetrici consente una visibilità sempre superiore alla distanza di arresto avendo assunto $h_1 = 1,10$ m ed $h_2 = 0,10$ m, dove (h_1 ed h_2 costituiscono l'altezza del punto di osservazione del conducente e l'altezza dell'ostacolo).

Non sarà consentita, invece, nel tratto in raccordo convesso la manovra di sorpasso che richiede una visibilità maggiore di quella disponibile.

Non viene mai raggiunta la massima pendenza longitudinale adottabile indicata dalle norme.

6.6 ALLARGAMENTO DELLA SEDE CARRABILE IN CURVA

Per limitare gli allargamenti della sede stradale in curva si può procedere come per i raccordi altimetrici limitando il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto.



7 BARRIERE DI SICUREZZA

Sui bordi delle opere, si prevede di installare barriere di sicurezza che abbiano le seguenti caratteristiche conformi alle disposizioni normative vigenti in materia (D.M. 11 giugno 1999 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”):

- classe di severità adeguata; sia sulla campata di competenza AC che su quelle dell’autostrada è prevista la classe H4, mentre sul resto dell’opera è prevista la classe H2;
- indice ASI: $1 \leq ASI \leq 1.4$;
- omologazione, a seguito di prove d’urto.

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99, una barriera che assolva le proprie funzioni in modo ottimale deve poter reagire, in qualsiasi modalità d’urto, al veicolo collidente in modo da garantire:

- l’invalidabilità, in modo da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova oltre la struttura di contenimento;
- un graduale rientro in carreggiata del veicolo dopo l’urto, con un angolo di ritorno tale da non arrecare danni agli altri veicoli occupanti la carreggiata;
- le minori decelerazioni possibili per gli occupanti il veicolo, in modo da contenere i danni sia alle persone che al veicolo.

La classificazione delle barriere è attualmente basata sull’energia cinetica posseduta dal veicolo collidente, ed è fornita dalla seguente espressione:

$$L_c = \frac{1}{2} M (v \sin \phi)^2$$

Dove:

L_c = livello di contenimento (kJ);

M = massa del veicolo (t);

v = velocità d’impatto (m/s);

ϕ = angolo di impatto.

Si definisce convenzionalmente indice di severità l’energia cinetica posseduta dal mezzo all’atto dell’impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere. In base alla L_c è possibile classificare la capacità di contenimento delle barriere di sicurezza fornendo una condizione che esula dai materiali utilizzati e dalle caratteristiche di funzionamento, tenendo solo conto dell’efficacia



del manufatto. Come già detto la Normativa italiana ha recepito questa classificazione e ha definito 6 classi di efficacia, ognuna delle quali con un Lc minimo; la prima classe (N1), deve resistere ad un impatto con un Lc di almeno 44 kJ mentre la sesta classe (H4) deve tollerare un Lc di almeno 572 kJ.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico, che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

1. Traffico tipo I: quando $TGM \leq 1000$ con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando $TGM > 1000$ con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN non sia superiore al 5% del totale;
2. Traffico tipo II: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale;
3. Traffico tipo III: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

La seguente tabella riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico, e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal Decreto Legislativo 30.4.1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), e successive modificazioni, per definire la tipologia della strada di progetto.

Relazione strada - traffico - classe della barriera

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a spartitraffico*	b bordo laterale	c bordo ponte
Autostrade (A)	I	H2	H1	H2
Strade extraurbane Principali (B)	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E)	I	N2	N1	H2
Strade Locali (F)	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

* ove esistente

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20000_05

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

DE2ROIV0000-001

Rev.

0

Foglio

21 di 21

Sull'opera d'arte viene prevista una barriera di classe H4, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta Normativa, in corrispondenza della campata che scavalca la linea ferroviaria e per le due campate adiacenti per una lunghezza non inferiore a 20 m. Per le restanti campate, si prevede la classe minima prescritta dalla normativa in funzione della categoria di strada e del livello di traffico, ovvero H2. L'arredo dell'impalcato viene completato con la disposizione di montanti su cui vengono fissati pannelli in rete metallica per un'altezza complessiva pari a 3.1 m. Il pannello superiore viene disposto inclinato di 45° verso l'interno del ponte allo scopo di proteggere le sottostanti sedi ferroviaria e stradale dal lancio di oggetti dal cavalcaferrovia.