



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D-E2-RO-GA2500-001

Rev.  
0

Foglio  
2 di 34

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>TRACCIATO STRADALE .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>SISTEMAZIONE IDRAULICA.....</b>	<b>25</b>
7.1	FOSSI DI GUARDIA .....	25
<a href="#">7.2</a>	CANALETTE DI PIATTAFORMA.....	30

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

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche della nuova viabilità riferita all'interferenza presente al km 98+270 circa della nuova linea AV/AC Milano-Verona.

Il nuovo asse stradale è previsto di categoria F2 secondo la classifica contenuta nella normativa sulla progettazione stradale di cui al D.M. 05/11/2001.

Nel seguito, dopo aver riportato le normative ed i riferimenti seguiti per la progettazione dell'intervento (par. 2), è riportata una descrizione generale del progetto e delle opere necessarie (par. 3). Sono inoltre descritte le caratteristiche del tracciato stradale (par 4), e la sistemazione idraulica (par. 5).

## 2 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Il progetto dell'intervento è avvenuto in conformità alle prescrizioni contenute nelle vigenti normative e riferimenti:

### **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. 14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Circ. Min. LL.PP. 23 ottobre 1979 n. 19581 – L. 5 novembre 1981, n. 1086 – Collaudo statico;
- 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 15.10.1996 - 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. 156AA.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.

### **Sismica**

- 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".

**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 – Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative;
- 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.

#### **Strutture prefabbricate**

- D. M. Min. LL. PP. del 3 dicembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Circolare Min. LL. PP. n. 31104 del marzo 1989 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

#### **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.

#### **Barriere stradali di sicurezza**

- 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.

### **Tubazioni e fognature**

- Regio Decreto 25/07/1904, n. 523 : “Testo unico delle disposizioni di Legge sulle opere idrauliche”;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/85 – “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- Circ. M. LL.PP. Presidenza del Consiglio Superiore, STC 20 marzo 1986, n. 27291 – D.M. 12 dicembre 1986 – Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.

### **Idraulica**

- D.G.R. 7/7868 – Regione Lombardia – Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernente il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000 – determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica, e successive modifiche ed integrazioni.

### **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.

### **Sicurezza sul lavoro**

- D.lgs 19 settembre 1994, n. 626 – Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/65/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- Decreto L.vo n°494 del 14/08/96 – Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili;

- DPR n. 547 del 1955 infortuni sul lavoro;
- DPR n. 303 del 1956 igiene sul lavoro;
- DPR n. 164 del 1956 – infortuni sul lavoro nel settore delle costruzioni;
- Legge n. 300 del 1970 Statuto dei lavoratori.

### **Norme delle “Ferrovie dello Stato”**

- Specifiche Tecniche di interoperabilità del sottosistema manutenzione del sistema ferroviario transeuropea ad alta velocità di cui all’art. 6, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE del 23 luglio 1996;
- Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - istruzioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo (ed. 13.01.97);
- Istruzione 44A - Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria;
- Istruzione 44B - Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica (ed. 14.04.98);
- Istruzione 44E - 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 44F - Verifiche a fatica dei ponti ferroviari metallici;
- Istruzione 44S - Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari;
- Capitolato Tecnico per le forniture dei prodotti di acciaio laminati a caldo, profilati unificati od in profilati F.S. (IL.V.1 CM S.LC 1978 e modificazioni).

### **Altri documenti**

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

- CNR/DT 103/97 – Linee guida alla progettazione di strutture di calcestruzzo non armato debolmente armato;
- CNR 196/2000 – Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni;
- CNR 10025/98 – Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- 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;
- Progetto preliminare della tratta Milano / Verona - febbraio 2003 (Prot. C2AV/2099/04 del 16-02-04);
- Italferr (ITF) – “Istruttorie sul Progetto Preliminare e sul S.I.A.” – marzo 2003;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT): “Relazione istruttoria con proposta di finanziamento” - ottobre 2003;
- Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) : “Primo programma delle opere strategiche Linea AC/AV MI-VR” – GU n. 132 del 08.06.04;
- Capitolato Italferr Sis.Tav. Srl – febbraio 1993;
- Deroghe ed integrazioni al Capitolato – novembre 2003;
- Italferr (ITF): “Prescrizioni tecniche per la progettazione” – novembre 2003;
- Italferr (ITF): “Allegato 21 all'Atto Integrativo MI-BO”;

- Snamprogetti (SP) : Specifiche di calcolo per gli scatolari;
- Snamprogetti (SP) : Specifiche di calcolo per i muri;
- Snamprogetti (SP) – Specifica Generale – Standardizzazione dei disegni di linea per infrastrutture di trasporto – “Preliminare 03/2004”.

### 3 elaborati di riferimento

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

GA25 04 GA25-Planimetria stato di fatto e di progetto 1:1000  
 GA25 04 GA25-Planimetria fasi costruttive e pianta scavi  
 GA25 04 GA25-Sezione longitudinale e pianta  
 GA25 04 GA25-Sezioni tipo e particolari  
 GA25 04 GA25Relazione di calcolo  
 GA25 04 GA25-Profilo altimetrico longitudinale  
 GA25 04 GA25-Sezioni trasversali (TAV1/3)  
 GA25 04 GA25-Sezioni trasversali (TAV2/3)  
 GA25 04 GA25-Sezioni trasversali (TAV3/3)  
 GA25 04 GA25-Diagramma di visuale libera e velocita

A20200DE2P7GA25000010  
 A20200DE2P6GA25000010  
 A20200DE2L9GA25000010  
 A20200DE2BZGA25000010  
 A20200DE2CLGA25000010  
 A20200DE2F7GA25000010  
 A20200DE2W9GA25000010  
 A20200DE2W9GA25000020  
 A20200DE2W9GA25000030  
 A20200DE2D7GA25000010



## 4 caratteristiche dei materiali

Per la realizzazione delle opere oggetto della presente relazione sono da impiegare i materiali di seguito elencati:

### parti in c.a.:

- calcestruzzo di classe 35 MPa
  - modulo elastico  $E_c = 33722 \text{ MPa}$
  - tensione normale ammissibile  $\sigma_c = 11.00 \text{ MPa}$
  - tensione tangenziale  $\tau_{co} = 0.67 \text{ MPa}$
  - tensione tangenziale  $\tau_{c1} = 1.97 \text{ MPa}$
- acciaio per armature Feb 44 K
  - modulo elastico  $F_f = 210000 \text{ MPa}$
  - tensione ammissibile  $\sigma_f = 255.0 \text{ MPa}$

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RO-GA2500-001

Rev.

0

Foglio

13 di  
34

## 5 descrizione dell'intervento

Il nuovo collegamento stradale è inquadrato funzionalmente come strada Locale in Ambito EXtraurbano, ovvero di tipo F2 (Cfr. D.M. 05/11/2001), e prevede la realizzazione di un tracciato di lunghezza pari a 850.95 m.

Il nuovo tracciato presenta una curva di raggio pari a 400 m, mentre l'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari a 3.30 % circa.

La sezione stradale tipo F2 risulta di larghezza pavimentata pari a 8.50 m, costituita da due corsie di 3.25 m e da due banchine laterali della larghezza di 1.00 m.

L'interferenza tra la linea ferroviaria AV/AC Milano-Verona e la nuova viabilità prevede la realizzazione di una galleria artificiale in quanto la linea ferroviaria sottopassa la nuova viabilità. In particolare la galleria si sviluppa tra progr. 98+251.17 e progr. 291.17 per uno sviluppo pari a 40 m. A monte della galleria (lato Milano) ed a valle della galleria (lato Verona), sono presenti muri di imbocco ad U inseriti tra i seguenti intervalli di progressive:

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RO-GA2500-001

Rev.

0

Foglio

14 di  
34

Muri ad U Lato Milano: tra progr. 98+233.17 e progr. 98+251.17 per uno sviluppo pari a 18 m:

Muri ad U Lato Verona: tra progr. 98+291.17 e progr. 98+309.17 per uno sviluppo pari a 18 m:

Il piano del ferro è posto ad una profondità rispetto al terreno pari a circa 3 m, e ad una distanza dall'asse stradale della nuova viabilità pari a circa 9 m.

Nelle figure che seguono si riportano, rispettivamente, uno stralcio planimetrico ed uno stralcio altimetrico in corrispondenza dell'interferenza.





Doc. N. 30435\_04 .doc

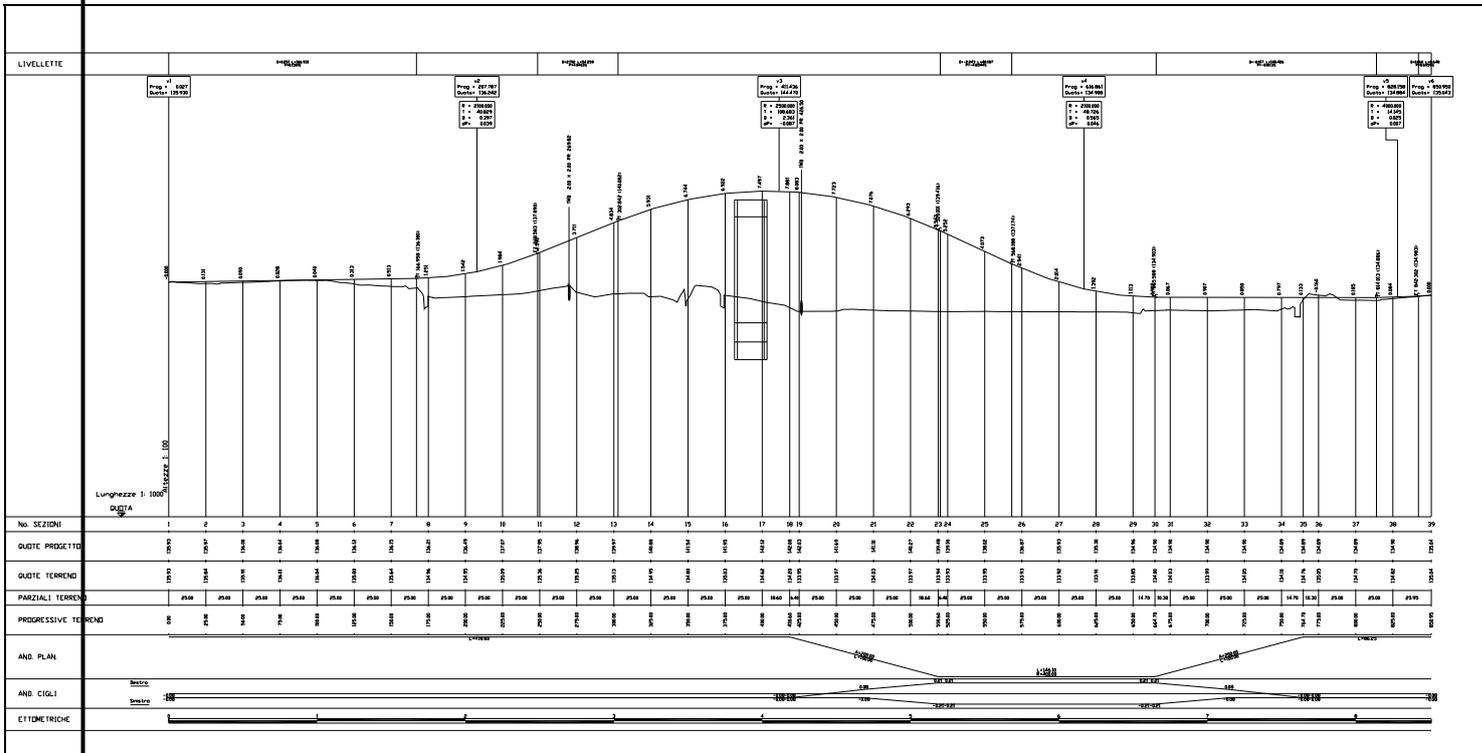
Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D-E2-RO-GA2500-001

Rev.  
0

Foglio  
16 di  
34



## 6 TRACCIATO STRADALE

Il tracciato stradale è stato definito secondo una sezione trasversale tipo F2 (Strada Locale in Ambito Extraurbano) per la quale le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 prescrivono un intervallo di velocità di progetto (40 ÷ 100) km/h.

Dal diagramma di velocità si evince che la velocità massima attuabile al fine di soddisfare le verifiche geometriche e di sicurezza tutti gli elementi planimetrici del tracciato è pari a 70 km/h. Tale valore di velocità è da intendersi come limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura, a tale scopo si prevede l'introduzione di opportuna segnaletica verticale. Pertanto, tutte le verifiche sono state condotte con un limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto pari a 70 km/h e sulla base di tale valore sono stati valutati tutti i parametri geometrici con riferimento ai raggi planimetrici, alle clotoidi, ai rettifili, agli allargamenti per la visibilità ed ai raccordi verticali.

Per quanto riguarda la sezione tipo si osserva che la larghezza della sede pavimentata è costantemente pari a 8.50 m, composta da due corsie di larghezza 3.25 m e da banchine di larghezza pari a 1.00 m (sezione tipo F2).

Per quanto riguarda la definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico, si osserva che la definizione dei parametri degli elementi geometrici è stata condotta secondo le prescrizioni contenute nel già citato D.M. 05/11/2001 ed eseguendo le verifiche previste con particolare riferimento al diagramma delle velocità ed alle connesse verifiche di visibilità.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di conformità dei seguenti parametri progettuali.

**(a) Rettifili**

- lunghezza massima dei rettifili;
- lunghezza minima dei rettifili;

**(b) Curve Circolari**

- raggio minimo delle curve circolari;
- sviluppo minimo delle curve circolari;

**(c) Curve di transizione (clotoidi)**

- verifica del parametro di scala (A) degli elementi a curvatura variabile (clotoidi) in relazione ai 3

criteri:

- 1) limitazione del contraccollo;
- 2) limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;
- 3) percezione ottica del tracciato.

- verifica di compatibilità tra clotoidi successive.

**CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE**

- verifica pendenza longitudinale.
- verifica raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi.

**VERIFICA DEL DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ**

La verifica è stata condotta controllando che tra due elementi planimetrici successivi, a curvatura costante, la variazione di velocità rientri nei limiti previsti dal D.M. 05/11/2001.

**VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA**

La verifica è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

**Analisi dei parametri geometrici del tracciato**

Nella tabella seguente si riporta la successione degli elementi planimetrici del tracciato

N	Elemento	n	Progr. in. [m]	Progr. fin. [m]	L [m]	R [m]	A [m]
1	rettifilo	1	0,00	418,60	418,60		
2	clotoide	1	418,60	518,60	100,00		200,00
3	curva	1	518,60	664,70	146,10	400,00	
4	clotoide	2	664,70	764,70	100,00		200,00
5	rettifilo	2	764,70	850,95	86,25		

Nella notazione utilizzata, con N è stato indicato il numero d'ordine del generico elemento geometrico, con n è stato indicato il numero d'ordine per elemento geometrico omogeneo (rettifilo/clotoide/curva), L è lo sviluppo dell'elemento, R è il raggio delle curve circolari, A è il parametro di scala delle clotoidi.

### **Andamento planimetrico**

#### **a) Rettifili**

##### 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:

$$L = (A_1 + A_2) / 12.5$$

dove  $A_1$  e  $A_2$  sono i parametri delle clotoidi che si connettono al rettifilo.

I rettifili adottati presentano lunghezze inferiori al limite massimo.

##### Lunghezza minima dei rettifili

Un rettifilo, per poter essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ad un valore dipendente dalla massima velocità di progetto. Per il tracciato in esame ( $V_{pmax} = 60$  km/h) tale limite è pari ad  $L_{min} = 50$  m.

Nel caso del flesso il limite inferiore della lunghezza dei rettifili è pari a zero.

I rettifili adottati presentano lunghezze inferiori al limite minimo.

#### **b) Curve circolari**

##### Raggio minimo delle curve planimetriche

Il minimo raggio planimetrico adottabile, va in pratica valutato in base al diagramma delle velocità. In via preliminare, comunque, si può indicare che il valore minimo di tale raggio può essere assunto pari a circa  $R_{\min} = 100$  m corrispondente ad una velocità di progetto di circa (55÷56) Km/h, alla quale corrisponde un  $\Delta V$  massimo di 5 Km/h rispetto a  $V_{pmax}$ . Inoltre, per garantire una velocità pari a  $V_{pmax} = 60$  Km/h è sufficiente un raggio di 120 m.

Il valore del raggio adottato per le curve circolari è pari a 400 m, e quindi tale da garantire una velocità pari a  $V_{pmax} = 70$  Km/h.

#### Sviluppo minimo delle curve circolari

Secondo la normativa una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2.5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

Nel caso in esame lo sviluppo minimo delle curve circolari deve risultare maggiore di 42 m ( $V = 60$  Km/h) e dalla tabelle si può verificare che per l'unica curva inserita tale condizione è sempre soddisfatta.

### c) Curve di transizione (Clotoidi)

#### Verifica del parametro di scala (A) degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

-Limitazione del contraccolpo (criterio 1).

$$\text{Criterio 1: } A \geq 0.021 \times V^2$$

Per la strada in esame:

$$A \geq 33.6 \text{ m} \quad \text{per} \quad V = 40 \text{ km/h}$$

$$A \geq 52.5 \text{ m} \quad \text{per} \quad V = 50 \text{ km/h}$$

$$A \geq 75.6 \text{ m} \quad \text{per} \quad V = 60 \text{ km/h}$$

$$A \geq 102.9 \text{ m} \quad \text{per} \quad V = 70 \text{ km/h}$$

- Limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata (criterio 2).

$$\text{Criterio 2: } A \geq [R/\Delta i_{max} \times 100 \times B_i \times (q_i + q_f)]^{0.5}$$

dove:

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

- $\Delta i_{max}$  = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione;
  - $q_i$  = pendenza trasversale iniziale in valore assoluto espressa in unità assolute;
  - $q_f$  = pendenza trasversale finale in valore assoluto espressa in unità assolute.
- Percezione ottica del tracciato (criterio 3).

$$\text{Criterio 3:} \quad R/3 \leq A$$

$$A \leq R$$

Inoltre tra due clotoidi, di parametro  $A_1$  e  $A_2$  rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A_1 / A_2 \leq 3/2$$

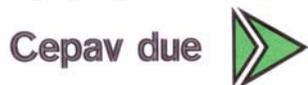
Per la strada in esame i valori del parametro A sono pari a 200.00 m e 250.00 m, e rispettano sempre le limitazioni derivanti dai criteri su esposti.

Per quanto riguarda infine l'andamento dei cigli è importante osservare che la deroga della velocità massima di progetto comporta una definizione della pendenza trasversale della strada diversa da quanto indicato nell'abaco riportato nella fig. 5.2.4.a della normativa che comporterebbe un' errata compensazione delle azioni centripete.

In analogia, pertanto, ai criteri adottati nella stessa normativa, l'andamento dei cigli stradali è stato definito secondo la figura seguente:



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
D-E2-RO-GA2500-001Rev.  
0Foglio  
23 di  
34

70	97,62	96,00	94,47	93,02	91,65	90,34	89,11	87,93	86,81	85,74	84,72	83,75	82,82
60	74,25	73,30	72,39	71,52	70,70	69,91	69,16	68,45	67,76	67,10	66,47	65,87	65,29
55	64,63	63,89	63,19	62,52	61,88	61,27	60,68	60,12	59,59	59,07	58,58	58,11	57,65
50	55,94	55,38	54,84	54,33	53,84	53,37	52,93	52,50	52,08	51,69	51,31	50,94	50,59
45	48,10	47,68	47,28	46,89	46,52	46,17	45,83	45,50	45,19	44,89	44,60	44,32	44,05
40	41,00	40,69	40,39	40,11	39,83	39,57	39,32	39,07	38,84	38,61	38,40	38,19	37,98

Per garantire le visuali libere nel tratto in curva con riferimento al ciglio interno, non si rende necessario alcun allargamento.

Si precisa che gli ostacoli che limitano la visibilità in curva sono costituiti dalle barriere di sicurezza. Secondo quanto previsto dalla Normativa, si evita di installare le barriere laterali di sicurezza nei tratti in cui i rilevati sono bassi, cioè presentano altezza inferiore a 1.50 m, e quindi sono caratterizzati da modeste condizioni di pericolosità; in questi tratti si adotta una pendenza delle scarpate minore della tipica 2/3 e non si prevede l'installazione delle barriere di sicurezza. Ciò comporta un notevole miglioramento delle condizioni di visibilità e consente, di conseguenza, di evitare allargamenti nei tratti in curva.

### **Andamento altimetrico**

#### Verifica pendenza longitudinale massima

Per la strada in esame (di categoria F2) la massima pendenza longitudinale compatibile con i limiti delle norme è pari al 10%. Tale limite non viene mai raggiunto. Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è pari al 4.6544%.

#### Verifica raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi.

In progetto sono stati previsti 4 raccordi altimetrici di cui tre concavi ed uno convesso. I raccordi concavi hanno raggio pari a 2100 m, 2100 m, 4000 m, mentre per il raccordo convesso è stato adottato un raggio pari a 2500 m. Tali raggi consentono una distanza di visuale libera sempre superiore alla distanza di visibilità richiesta per l'arresto. Quest'ultima è stata valutata coerentemente alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, ovvero assumendo

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D-E2-RO-GA2500-001

Rev.  
0

Foglio  
24 di  
34

$h_1 = 1.10$  m ed  $h_2 = 0.10$  m, (dove  $h_1$  ed  $h_2$  costituiscono, rispettivamente, l'altezza del punto di osservazione del conducente e l'altezza dell'ostacolo).

Non sarà consentita, invece, nei tratti in raccordo convesso la manovra di sorpasso.



## 7 SISTEMAZIONE IDRAULICA

Il progetto della viabilità prevede la raccolta dell'acqua di pioggia che interessa la piattaforma stradale ed il trasferimento a recapito.

In rilevato, le acque di piattaforma vengono convogliate, per effetto della pendenza trasversale, ai lati della piattaforma stradale a fianco del ciglio erboso nello spazio delimitato dal ciglio ( $h = 5$  cm) e dalla pavimentazione stradale (di pendenza trasversale pari a 2.5% in rettilo e pari a 7% in curva). Tale spazio può essere assimilato ad una canaletta triangolare.

Mediante le canalette le acque di piattaforma vengono convogliate negli embrici attraverso apposite aperture (caditoie) praticate lungo gli arginelli dei rilevati. Tali aperture sono disposte ad interasse di 25 m circa.

Gli embrici, a loro volta, sversano l'acqua in appositi fossi di guardia, di sezione trapezia 50 x 50, posti ai piedi del rilevato. I fossi di guardia, disposti su entrambi i lati del corpo stradale, conducono l'acqua ad un unico collettore di collegamento per il recapito finale.

Di seguito sono riportate le verifiche idrauliche relative ai fossi di guardia ed alle canalette di piattaforma.

### 7.1 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia hanno lo scopo di intercettare le acque meteoriche del terreno circostante il corpo del rilevato stradale e di convogliarle al recapito finale. Inoltre i fossi di guardia costituiscono il recapito delle acque delle scarpate del nuovo corpo stradale e delle acque di piattaforma che vengono convogliate ai fossi di guardia mediante embrici previsti ad interasse di 25 m.

I fossi di guardia sono realizzati, normalmente, con un canale a sezione trapezia non rivestito avente pendenza delle scarpe 1/1, larghezza di fondo 0.50 m ed altezza variabile con valore minimo 0,50 m: si considera il massimo riempimento del fosso con un franco di 10 cm rispetto all'altezza totale.

I fossi di guardia sono dimensionati per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

La larghezza L del bacino drenato dal fosso di guardia risulta costituita dai seguenti contributi:

L<sub>1</sub>: ampiezza scolante della piattaforma stradale;

L<sub>2</sub>: larghezza della scarpata del rilevato;

L<sub>3</sub>: larghezza della fascia tra il piede del rilevato ed il fosso di guardia;

L<sub>4</sub>: larghezza del bacino esterno al fosso di guardia.

Pertanto  $L = (L_1 + L_2 + L_3 + L_4)$ .

Relativamente ai fossi di guardia da ubicare al piede del rilevato è stato svolto lo studio che si descrive di seguito.

### **Portata affluente ai fossi di guardia**

Adottando il metodo del volume d'invaso, il coefficiente udometrico può essere calcolato con la seguente espressione:

$$u = 2520 n^1 \frac{(Ka)^{\frac{1}{n_1}}}{W^{\frac{1}{(n_1)-1}}} \left( \frac{1}{S} \cdot ha \right)$$

Dove:

- $K =$  coefficiente di deflusso medio ponderale =  $[K^1 \cdot (L_1 + L_2 + L_3) + K^{11} \cdot L_4] / L$  in cui:

$K^1 =$  coefficiente di deflusso del corpo del rilevato stradale (0,9);

$K^{11} =$  coefficiente di deflusso del bacino esterno al fosso di guardia (0.4);

- $W = W_1 + W_1^{11} + W_2 =$  volume specifico d'invaso (in metri) in cui:

$W_1 =$  volume specifico d'invaso della piattaforma stradale (0.003 m);

$W_1^{11} =$  volume specifico d'invaso per il bacino esterno alla piattaforma (0.003 m);

$W_2 =$  volume specifico d'invaso del fosso =  $A/L$  ( $A =$  area bagnata in  $m^2$ ,  $L =$  larghezza in m del bacino scolante);

I parametri  $a$  (in metri) ed  $n^1$  sono i parametri della curva di probabilità climatica per  $T_r = 50$  anni.

Determinato il coefficiente uometrico  $u$ , la portata affluente per metro di lunghezza del fosso di guardia è pari a:

$$q = \frac{u}{10.000} \times L \quad \left( \frac{l}{s} \cdot m \right)$$

La portata affluente totale risulta infine:

$$Q_a = q D$$

In cui  $D$  è la lunghezza del fosso di guardia.

### **Portata defluente**

La portata defluente nel fosso di guardia viene calcolata in moto uniforme con l'espressione:

$$Q_d = 1/n A R^{2/3} i^{1/2} \quad (m^3/s)$$

Dove:

- $n =$  coefficiente di scabrezza per fossi non rivestiti (0.025);
- $A =$  sezione di deflusso del fosso (area bagnata);
- $R =$  raggio idraulico (rapporto tra l'area della sezione di deflusso ed il perimetro

bagnato);

- $i$  = pendenza del fosso di guardia.

### **Verifica fossi di guardia**

La verifica del fosso di guardia è soddisfatta quando la portata defluente risulta maggiore della portata affluente, ovvero quando:

$$Q_d > Q_a = q D$$

Di seguito si riporta il dettaglio della verifica condotta con riferimento alla condizione più gravosa.

I parametri  $a$  ed  $n^1$  sono stati desunti da apposite tabelle in funzione della progressiva della linea ferroviaria:

Intervallo km: da 96+817 a 98+828 a cui corrisponde (vedi Relazione Idrologica):

- $a (T_r = 50) = 0.05125 \text{ m}$
- $n^1 (T_p = 20') = 0.642$

### Verifica fossi di guardia OPERA 40

<b>D [m]</b>	638	Lunghezza del fosso di guardia
--------------	-----	--------------------------------

#### Dati idraulici

<b>B [m]</b>	0,50	Fondo fosso
<b>H [m]</b>	0,50	Altezza fosso
<b><math>\alpha</math> [°]</b>	45	Inclinazione pareti
<b>h [m]</b>	0,40	Altezza idrica
<b><math>\delta</math> [m]</b>	0,10	Franco idrico
<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0,360	Area della sezione idrica del fosso con franco idrico pari a $\delta$
<b>R [m]</b>	0,221	Raggio idraulico
<b>n</b>	0,025	Coefficiente di scabrezza per fossi non rivestiti
<b>i</b>	0,001921	Pendenza del fosso di guardia

#### Larghezze

<b>L1 [m]</b>	5,25	Ampiezza piattaforma scolante
<b>L2 [m]</b>	12,00	Larghezza della scarpata del rilevato
<b>L3 [m]</b>	0,50	Larghezza della fascia tra il piede del rilevato e il fosso di guardia
<b>L4 [m]</b>	20,00	Larghezza del bacino esterno al fosso di guardia (10 m per parte)
<b>L [m]</b>	37,75	Larghezza del bacino drenato dal fosso di guardia = $L1+L2+L3+L4$

#### Volumi specifici d'invaso

<b>W1-1</b>	0,0004	Volume specifico d'invaso della piattaforma stradale = $0,003 \cdot L1/L$
<b>W11-1</b>	0,0026	Volume specifico d'invaso per il bacino esterno alla piattaforma = $0,003 \cdot (L2+L3+L4)/L$
<b>W 2</b>	0,0095	Volume specifico d'invaso del fosso = $A/L$
<b>W</b>	0,0125	Volume specifico d'invaso = $W1-1+W11-1+W 2$

#### Parametri della curva di possibilità climatica per $Tr = 50$ anni

<b>a [m]</b>	0,05125	Parametro della curva di possibilità climatica per $Tr = 50$ anni
<b>n1</b>	0,642	Parametro della curva di possibilità climatica per $Tr = 50$ anni

#### Coefficienti di deflusso

<b>K1</b>	0,9	Coefficiente di deflusso all'interno della recinzione ferroviaria
<b>K11</b>	0,4	Coefficiente di deflusso del bacino esterno alla recinzione
<b>K</b>	0,6350993	Coefficiente di deflusso medio ponderale = $(K1 \cdot (L1+L2+L3) + K11 \cdot L4)/L$

#### Coefficiente udometrico

<b>u [l/s*ha]</b>	89,65	Coefficiente udometrico = $2520 \cdot n1 \cdot ((K \cdot a)^{1/n1} / (W^{(1/n1-1)}))$
-------------------	-------	---

#### Portata affluente

<b>q [l/s*m]</b>	0,338	Portata affluente per metro di lunghezza del fosso di guardia = $(u/10000) \cdot L$
<b>Qa = [l/s]</b>	215,9	Portata affluente nel fosso di guardia = $q \cdot D$

#### Portata defluente

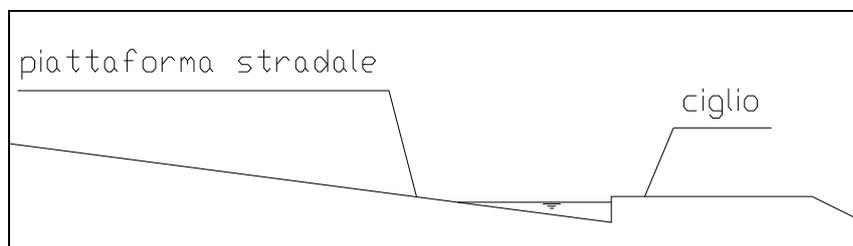
<b>Qd [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,230	Portata defluente = $1/n \cdot (R^{(2/3)}) \cdot (i^{(1/2)})$
<b>Qd [l/s]</b>	230,5	

#### Verifica idraulica

Qd [l/s]	Qa = [l/s]	Esito verifica
230,5	215,9	<b>Qd &gt; Qa: verifica soddisfatta</b>

## 7.2 CANALETTE DI PIATTAFORMA

In rilevato, le acque di piattaforma vengono convogliate, per effetto della pendenza trasversale, ai lati della piattaforma stradale a fianco del ciglio erboso nello spazio delimitato dal ciglio ( $h = 5 \text{ cm}$ ) e dalla pavimentazione stradale (di pendenza trasversale pari a 2.5% in rettilineo e pari a 7% in curva). Tale spazio può essere assimilato ad una canaletta triangolare (vedi figura seguente).



### Portata affluente alle canalette di piattaforma

Adottando il metodo del volume d'invaso, il coefficiente udometrico può essere calcolato con la seguente espressione:

$$u = 2520 n^1 \frac{(Ka)^{1/n^1}}{W \left( \frac{1}{n^1} \right)^{-1}} \left( \frac{1}{s} \cdot \text{ha} \right)$$

Dove:

- $K =$  coefficiente di deflusso (0.9);
- $W = W^1_1 + W^{11}_1 + W_2 =$  volume specifico d'invaso (in metri) in cui:

$W^1_1 =$  volume specifico d'invaso della piattaforma stradale (0,003 m) ;

$W^{11}_1 =$  volume specifico d'invaso per l'eventuale bacino esterno alla piattaforma (0.003 m);

$W_2 =$  volume specifico d'invaso della canaletta =  $A/L$  ( $A =$  area bagnata in  $\text{m}^2$ ,  $L =$  larghezza in m del bacino scolante);

I parametri  $a$  (in metri) ed  $n^1$  sono i parametri della curva di probabilità climatica per  $T_r = 25$  anni.

Determinato il coefficiente udometrico  $u$ , la portata affluente per metro di lunghezza della canaletta è pari a:

$$q = \frac{u}{10.000} \times L \quad \left( \frac{l}{s} \cdot ha \right)$$

La portata affluente totale risulta infine:

$$Q_a = q D$$

In cui  $D$  è l'interasse delle caditoie (pari a 11 m sugli impalcati e 25 m in rilevato).

### **Portata defluente**

La portata defluente nella canaletta viene calcolata in moto uniforme con l'espressione:

$$Q_d = 1/n A R^{2/3} i^{1/2} \quad (m^3/s)$$

Dove:

- $n$  = coefficiente di scabrezza (0.015);
- $A$  = sezione di deflusso della cabaletta (area bagnata);
- $R$  = raggio idraulico (rapporto tra l'area della sezione di deflusso ed il perimetro

bagnato);

- $i$  = pendenza della cabaletta (coincide, per motivi costruttivi, con la pendenza longitudinale del rilevato).

### **Verifica canalette di piattaforma**

La verifica della canaletta è soddisfatta quando la portata defluente risulta maggiore della portata affluente, ovvero quando:

$$Q_d > Q_a = q D$$

Si riportano di seguito i tabulati di calcolo con le verifiche delle canalette per i seguenti casi:

- canaletta triangolare impalcato su campata tipo (rettifilo);
- canaletta triangolare su rilevato in rettifilo
- canaletta triangolare su rilevato in curva

Le verifiche sono state condotte ipotizzando un tirante idrico pari a 0.03 m per le verifiche in rettilineo ed un tirante idrico pari a 0.05m per le verifiche in curva.

I parametri  $a$  ed  $n^1$  sono stati desunti da apposite tabelle in funzione della progressiva della linea ferroviaria:

Intervallo km: da 96+817 a 98+828 a cui corrisponde (vedi Relazione Idrologica):

- $a (T_r = 25) = 0.04619 \text{ m}$
- $n^1 (T_p = 20') = 0.642$

### Verifica canaletta su rilevato in rettilineo OPERA 40

D [m]	25	Interasse caditoie
-------	----	--------------------

#### Dati idraulici

pt	0,025	Pendenza trasversale canaletta
B [m]	2,00	Fondo canaletta (misurato orizzontalmente)
H [m]	0,05	Altezza canaletta
h [m]	0,03	Altezza idrica
b [m]	1,20	Fondo idrico (misurato orizzontalmente)
δ [m]	0,02	Franco idrico
A [m <sup>2</sup> ]	0,018	Area della sezione idrica della canaletta con franco idrico pari a δ
R [m]	0,014634	Raggio idraulico
n	0,015	Coefficiente di scabrezza
i	0,001501	Pendenza della canaletta

#### Larghezze

L1 [m]	5,25	Ampiezza della piattaforma drenata
L2 [m]	0,00	Larghezza del bacino esterno alla piattaforma
L [m]	5,25	Larghezza del bacino drenato dalla canaletta = L1+L2

#### Volumi specifici d'invaso

W1-1	0,0030	Volume specifico d'invaso della piattaforma = $0,003 \cdot L1/L$
W11-1	0,0000	Volume specifico d'invaso per il bacino esterno alla piattaforma = $0,003 \cdot L2/L$
W 2	0,0034	Volume specifico d'invaso della canaletta = $A/L$
W	0,0064	Volume specifico d'invaso = $W1-1+W11-1+W 2$

#### Parametri della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni

a [m]	0,04619	Parametro della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni
n1	0,642	Parametro della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni

#### Coefficienti di deflusso

K	0,9	Coefficiente di deflusso
---	-----	--------------------------

#### Coefficiente udometrico

u [l/s*ha]	190	Coefficiente udometrico = $2520 \cdot n1 \cdot ((K \cdot a)^{1/n1}) / (W^{(1/n1-1)})$
------------	-----	---

#### Portata affluente

q [l/s*m]	0,100	Portata affluente per metro di lunghezza del fosso di guardia = $(u/10000) \cdot L$
Qa = [l/s]	2,5	Portata affluente nel fosso di guardia = $q \cdot D$

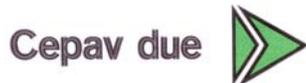
#### Portata defluente

Qd [m <sup>3</sup> /s]	0,0028	Portata defluente = $1/n \cdot (R^{(2/3)}) \cdot (i^{(1/2)})$
Qd [l/s]	2,8	

#### Verifica idraulica

Qd [l/s]	Qa = [l/s]	Esito verifica
2,8	2,5	Qd>Qa: verifica soddisfatta

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30435\_04 .doc

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RO-GA2500-001

Rev.

0

Foglio

34 di  
34

### Verifica canaletta su rilevato in curva OPERA 40

D [m]	25	Interasse caditoie
-------	----	--------------------

#### Dati idraulici

pt	0,070	Pendenza trasversale canaletta
B [m]	0,71	Fondo canaletta (misurato orizzontalmente)
H [m]	0,05	Altezza canaletta
h [m]	0,05	Altezza idrica
b [m]	0,71	Fondo idrico (misurato orizzontalmente)
δ [m]	0,00	Franco idrico
A [m <sup>2</sup> ]	0,017857	Area della sezione idrica della canaletta con franco idrico pari a δ
R [m]	0,023364	Raggio idraulico
n	0,015	Coefficiente di scabrezza
i	0,0233285	Pendenza della canaletta

#### Larghezze

L1 [m]	10,50	Ampiezza della piattaforma drenata
L2 [m]	0,00	Larghezza del bacino esterno alla piattaforma
L [m]	10,50	Larghezza del bacino drenato dalla canaletta = L1+L2

#### Volumi specifici d'invaso

W1-1	0,0030	Volume specifico d'invaso della piattaforma = $0,003 \cdot L_1/L$
W11-1	0,0000	Volume specifico d'invaso per il bacino esterno alla piattaforma = $0,003 \cdot L_2/L$
W 2	0,0017	Volume specifico d'invaso della canaletta = $A/L$
W	0,0047	Volume specifico d'invaso = $W_{1-1} + W_{11-1} + W_2$

#### Parametri della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni

a [m]	0,04619	Parametro della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni
n1	0,642	Parametro della curva di possibilità climatica per Tr = 25 anni

#### Coefficienti di deflusso

K	0,9	Coefficiente di deflusso
---	-----	--------------------------

#### Coefficiente udometrico

u [l/s*ha]	227	Coefficiente udometrico = $2520 \cdot n_1 \cdot ((K \cdot a)^{1/n_1}) / (W^{(1/n_1-1)})$
------------	-----	--

#### Portata affluente

q [l/s*m]	0,238	Portata affluente per metro di lunghezza del fosso di guardia = $(u/10000) \cdot L$
Qa = [l/s]	6,0	Portata affluente nel fosso di guardia = $q \cdot D$

#### Portata defluente

Qd [m <sup>3</sup> /s]	0,0149	Portata defluente = $1/n \cdot (R^{(2/3)}) \cdot (i^{(1/2)})$
Qd [l/s]	14,9	

#### Verifica idraulica

Qd [l/s]	Qa = [l/s]	Esito verifica
14,9	6,0	Qd > Qa: verifica soddisfatta