

PROGETTO N.

003140

DATA

28 LUG 2011

**COPIA**

**ats**

AUTOSTRADA TORINO SAVONA S.p.A.

gruppo

**autostrade** // per l'Italia

AUTOSTRADA TORINO – SAVONA S.p.A.

Corso Trieste nr. 170 – 10024 Moncalieri (TO)

**AUTOSTRADA A6  
TORINO – SAVONA**

**NUOVO SVINCOLO DI CARMAGNOLA SUD**

**Prog. Km 16+664**

**PROGETTO DEFINITIVO**

PARTE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

**spea**  
autostrade

Ingegneria  
europea

IL PROGETTISTA :

Ing. Fulvio Di TADDEO  
Ord. Ingg. Teramo N. 368

IL DIRETTORE TECNICO :

Ing. Giampaolo NEBBIA  
Ord. Ingg. Roma N. 12028

RIFERIMENTO ELABORATO										DATA:	REVISIONE	
UNITA'	DIRETTORIO					FILE				MARZO 2008	n.	data
	codice commessa	N.Prog.	Fase	serie	n. progressiva	bis	rev.	1	FEBBRAIO 2011			
PCM57010856PDGN002-3										SCALA:	2	APRILE 2011
											3	GIUGNO 2012

REDATTO:		CONSULENZA:	<b>SO.TEC.</b> SOCIETA' TECNICA DI INGEGNERIA
PROGETTATO:	Ing. Gianluca GALLI	APPROVATO:	Ing. Fulvio Di TADDEO

CAPO COMMESSA	VISTO DELLA COMMITTENTE	AUTOSTRADA TORINO-SAVONA S.p.A. IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Dr. Ing. Carlo Gasfideri	<b>ats</b> AUTOSTRADA TORINO SAVONA S.p.A.
Ing. Gianluca GALLI O.I. Roma n° A23243			

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INDAGINI SPECIALISTICHE.....</b>	<b>6</b>
3.1	Indagini geonostiche.....	6
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA e IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
4.1	Geologia e geomorfologia.....	8
4.2	Idrogeologia.....	8
<b>5</b>	<b>SISMICITA'.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>GEOTECNICA.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1</b>	<b>Quadro progettuale.....</b>	<b>14</b>
6.1.1	Normativa di riferimento.....	14
6.1.2	Tematiche progettuali.....	14
6.1.2.1	Realizzazione del nuovo cavalcavia di svincolo.....	14
6.1.2.2	Opere Provvisoriale per realizzazione delle spalle lato autostrada.....	14
6.1.2.3	Prolungamento tombini esistenti.....	14
<b>6.2</b>	<b>Caratterizzazione geotecnica.....</b>	<b>14</b>
6.2.1	Caratteristiche litologiche, stratigrafiche e proprietà meccaniche.....	14
6.2.2	Problematiche geotecniche.....	15
<b>6.3</b>	<b>Tipologia delle fondazioni.....</b>	<b>15</b>
6.3.1	Nuovo cavalcavia di svincolo.....	15
6.3.2	Opere minori – fondazioni dirette.....	15
<b>6.4</b>	<b>Considerazioni geotecniche sulla fattibilità degli interventi.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA.....</b>	<b>16</b>
<b>7.1</b>	<b>IDROLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>7.2</b>	<b>INTERFERENZE IDROGRAFICHE.....</b>	<b>16</b>
<b>7.3</b>	<b>SISTEMA DI DRENAGGIO.....</b>	<b>16</b>
7.3.1	Definizione dello schema generale.....	17
<b>8</b>	<b>Il progetto stradale.....</b>	<b>19</b>
<b>8.1</b>	<b>L'infrastruttura esistente.....</b>	<b>19</b>
8.1.1	Sezione tipo.....	19
<b>8.2</b>	<b>Lo svincolo in progetto.....</b>	<b>21</b>
8.2.1	Riferimenti Normativi.....	21
8.2.2	Descrizione dell'intervento.....	21
<b>8.3</b>	<b>Descrizione dello svincolo.....</b>	<b>22</b>
8.3.1	Sezioni tipo.....	23

8.3.2	Corsie specializzate di immissione .....	25
8.3.3	Corsie specializzate di diversione .....	26
<b>8.4</b>	<b>Opere d'arte .....</b>	<b>27</b>
<b>8.5</b>	<b>Barriere di sicurezza .....</b>	<b>27</b>
8.5.1	Barriere da bordo laterale.....	28
<b>8.6</b>	<b>Pavimentazione .....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Cantierizzazione e fasi costruttive .....</b>	<b>30</b>
9.1.1	Cantieri e campi logistici .....	30
9.1.2	Piste di cantiere e viabilità .....	30
9.1.3	Fasi esecutive dei lavori.....	30
<b>8</b>	<b>Gestione dei Materiali da scavo.....</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>Bilancio terre .....</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>TEMPO DI ESECUZIONE .....</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>AFFIDAMENTO LAVORI .....</b>	<b>33</b>
<b>12</b>	<b>ANALISI ECONOMICA .....</b>	<b>34</b>

## 1 PREMESSA

Il presente progetto è finalizzato alla realizzazione del nuovo svincolo e della nuova stazione di Carmagnola Sud sull'Autostrada A6 (Torino-Savona).

Premesso:

- che l'Autostrada Torino-Savona S.p.A. giusta convenzione stipulata con l'A.N.A.S. in data 07.12.1999, approvata con Decreto Interministeriale del 21.12.1999 n.608 segr. DICOTER registrato alla Corte dei Conti in data 17.04.2000 n. 1 LL.PP. foglio 132, è concessionaria della costruzione dell'Autostrada TORINO-SAVONA;
- che in data 13 Dicembre 1999 è stato stipulato un Accordo di Programma tra il Ministero dei Lavori Pubblici, la regione Piemonte, la provincia di Torino, il Comune di Carmagnola, l'Ente Nazionale per le Strade ANAS e la società Autostrada Torino-Savona S.p.A., per la realizzazione del nuovo casello autostradale di Carmagnola Sud sull'Autostrada Torino-Savona e della nuova bretella collegante in viabilità ordinaria detto nuovo casello con la SS n. 20 del Colle di Tenda;
- che in data 16 Marzo 2000 è stata stipulata la Convenzione attuativa del succitato Accordo di Programma;
- che l'autostrada Torino - Savona S.p.A., per quanto sottoscritto nella Convenzione, si è impegnata a redigere, in accordo con la vigente normativa, la progettazione del nuovo casello autostradale e dei relativi svincoli, a conseguire le autorizzazioni di legge e ad appaltare, assumendone in proprio, gli oneri di realizzazione, delle relative opere previste.

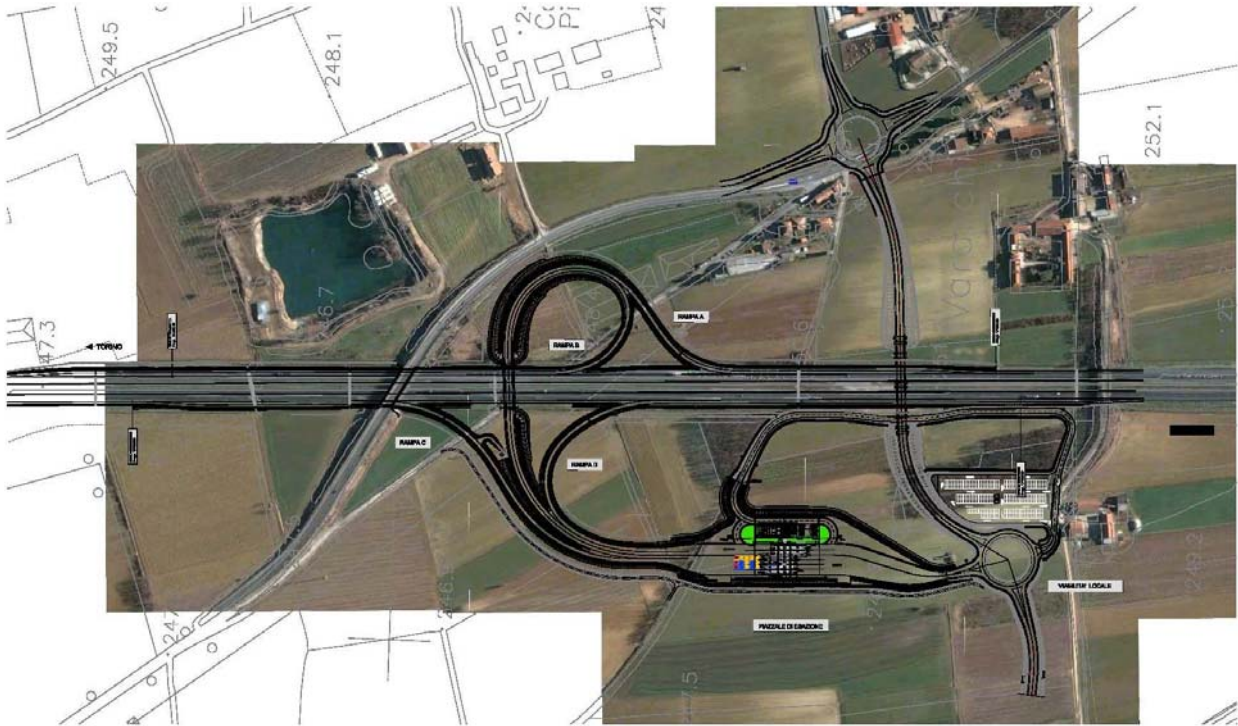
In particolare lo svincolo presenta configurazione con schema classico a trombetta, in analogia agli altri svincoli esistenti presenti sulla rete, da ultimo l'attraversamento dell'autostrada è previsto con cavalcavia a due campate, con pila intermedia, sfruttando l'ampio spartitraffico esistente tra le due carreggiate.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto si inquadra in un più vasto piano di interventi teso a decongestionare il traffico interessante l'abitato di Carmagnola dirottandone la quota in attraversamento sull'autostrada e verrà a connettere l'autostrada con le S.S. n°20 e 661 consentendo quindi di servire tutta la zona a sud di Carmagnola.

Lo svincolo si situa al km 17 circa della A6, compreso tra quelli esistenti di Carmagnola e Marene, così come indicato nella figure sottostante.





### 3 INDAGINI SPECIALISTICHE

#### 3.1 Indagini geognostiche

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di n° 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 30 m da p.c., n° 3 prove penetrometriche statiche (CPT) e n° 4 pozzetti esplorativi, con esecuzione di prove di carico su piastra rigida da 30 cm.

I sondaggi sono stati eseguiti a carotaggio continuo con l'impiego del carotiere semplice nei materiali granulari e fini sciolti con avanzamento "a secco" in modo da garantire una percentuale di materiale estratto uguale al corrispondente volume di materiale in posto. Tale sistema di avanzamento ha permesso di recuperare sia le frazioni fini che quelle grossolane dei terreni naturali in sito con una buona percentuale di recupero.

Per la perforazione dei materiali litoidi quali blocchi e/o trovanti si è invece reso necessario l'utilizzo di fluido di perforazione che è stato immesso in foro a pressioni variabili (a seconda delle esigenze) tramite una pompa a pistoni.

Il foro è stato sostenuto con tubi di rivestimento provvisori ( $\varnothing$  127mm), per evitare fenomeni di franamento delle pareti. Nel corso delle operazioni di rivestimento è stato impiegato fluido di circolazione (acqua) a circolazione diretta, con funzione di raffreddamento dell'utensile (scarpa) e di asportazione dei detriti.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove S.P.T. impiegando il campionatore tipo Raymond a punta aperta, nei materiali fini, e a punta conica chiusa, nei materiali grossolani, secondo quanto disposto dalle norme ASTM.

Per l'esecuzione delle prove S.P.T. è stata impiegata una attrezzatura con caratteristiche conformi alle norme ASTM 1586/67 "Penetration test and split barrel sampling of soils".

Durante l'esecuzione delle prove sono stati contati i colpi del maglio necessari ad infiggere il campionatore di tre tratti consecutivi da 15 cm.

La prova penetrometrica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$ ).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta-manicotto tipo Begemann).

Durante la campagna di indagini sono stati eseguiti n° 4 pozzetti esplorativi spinti alla profondità massima di 4.50 m da p.c.. Lo scavo è stato condotto mediante l'utilizzo di un escavatore cingolato a benna rovescia.

Si è proceduto approfondendo gli scavi mantenendone le pareti il più verticale possibile per meglio osservare la successione stratigrafica. Il materiale estratto veniva accantonato a fianco dello scavo nella maniera più ordinata possibile, compatibilmente con la situazione logistica. Il terreno agrario e/o vegetale è stato di volta in volta separato dal resto del materiale estratto, per meglio rispettare la stratigrafia esistente durante il ripristino dello scavo stesso.

Durante l'esecuzione dei pozzetti esplorativi sono state eseguite n°4 prove di carico su piastra. Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata un'attrezzatura costituita da una piastra circolare rigida  $\varnothing$  300 mm, solidale con un martinetto idraulico da 20 t, posto in posizione baricentrica; quest'ultimo trova riscontro in un opportuno contrasto (escavatore) di peso sufficiente ad esercitare sul terreno i carichi richiesti per l'esecuzione della prova.

La pressione viene inviata al martinetto mediante una pompa idraulica da 700 bar azionata a mano e dotata di manometro di precisione; mediante una tabella di conversione si può ricavare la pressione agente sul terreno, partendo dai valori letti sul manometro.

I cedimenti della piastra sono registrati da tre micrometri centesimali, di corsa massima 30 mm, montati sulla piastra rigida e poggianti, nella parte inferiore, su un ponte di misura a bracci telescopici.

La piastra viene posizionata, con l'ausilio di una livella, in posizione perfettamente orizzontale, garantendo un contatto perfetto tra essa e il terreno di prova, ove necessario, del materiale sabbioso.

La prova è stata eseguita seguendo le prescrizioni tecniche della Normativa Svizzera SNV 670317 e SNV 670317 A.

Per i risultati delle indagini si rimanda alla relazione geologica - geotecnica.



## 4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

### 4.1 Geologia e geomorfologia

La pianura che si estende nei pressi dell'abitato di Carmagnola si sviluppa su depositi fluviali recenti e fluvioglaciali pleistocenici, poggiati su depositi pliocenici fluvio-lacustri.

Nel settore a Sud-Ovest di Carmagnola superficialmente si rinvengono principalmente depositi fluviali recenti ed attuali riconducibili alla presenza di corsi d'acqua importanti come il Fiume Po e i torrenti Maira e Varaita.

Tutti questi depositi risultano terrazzati da successivi eventi erosivi fluviali.

Tutti i sedimenti depositati nelle varie fasi in ogni caso, ricoprono in discordanza, le formazioni sedimentarie della successione stratigrafica miocenica del Bacino Terziario Ligure Piemontese, che affiorano alcune decine di chilometri più a Sud nella Valle del Fiume Tanaro al di sotto di depositi sabbiosi pliocenici. Il contatto risulta prevalentemente di tipo erosionale, ma localmente si trova in continuità stratigrafica.

L'area in esame si sviluppa interamente sulla formazione fluvioglaciale mindeliana terrazzata, costituita da depositi argillosi-sabbiosi-ghiaiosi, ricoperti da un paleosuolo argilloso rossiccio, comunemente denominato ferretto.

### 4.2 Idrogeologia

Nella zona di Alta Pianura, al cui interno si colloca lo svincolo di progetto, si segnala la presenza di un potente materasso alluvionale, all'interno del quale si individua un unico grande acquifero freatico, in tale ambito non sono riconoscibili elementi significativi di differenziazione o compartimentazione. L'acquifero è caratterizzato da una grande capacità di immagazzinamento e presenta ampiezza di alcuni km.

Presso l'area di svincolo agisce come asse di alimentazione della falda freatica, in particolare rappresenta il principale fattore di alimentazione nei periodi di piena. Altre fonti di afflusso sono date, oltre che dalle precipitazioni meteoriche, dagli apporti sotterranei provenienti dai rilievi pedemontani e in misura inferiore, oltre che localizzata, dalle dispersioni operate dai canali di irrigazione (laddove non rivestiti).

Il rilievo della falda freatica nei pressi dell'area di progetto è stato effettuato su base bibliografica storica, utilizzando i dati provenienti da studi di settore e dalla rete di monitoraggio regionale. Questi dati sono stati integrati con il monitoraggio piezometrico eseguito in corrispondenza della strumentazione Spea.

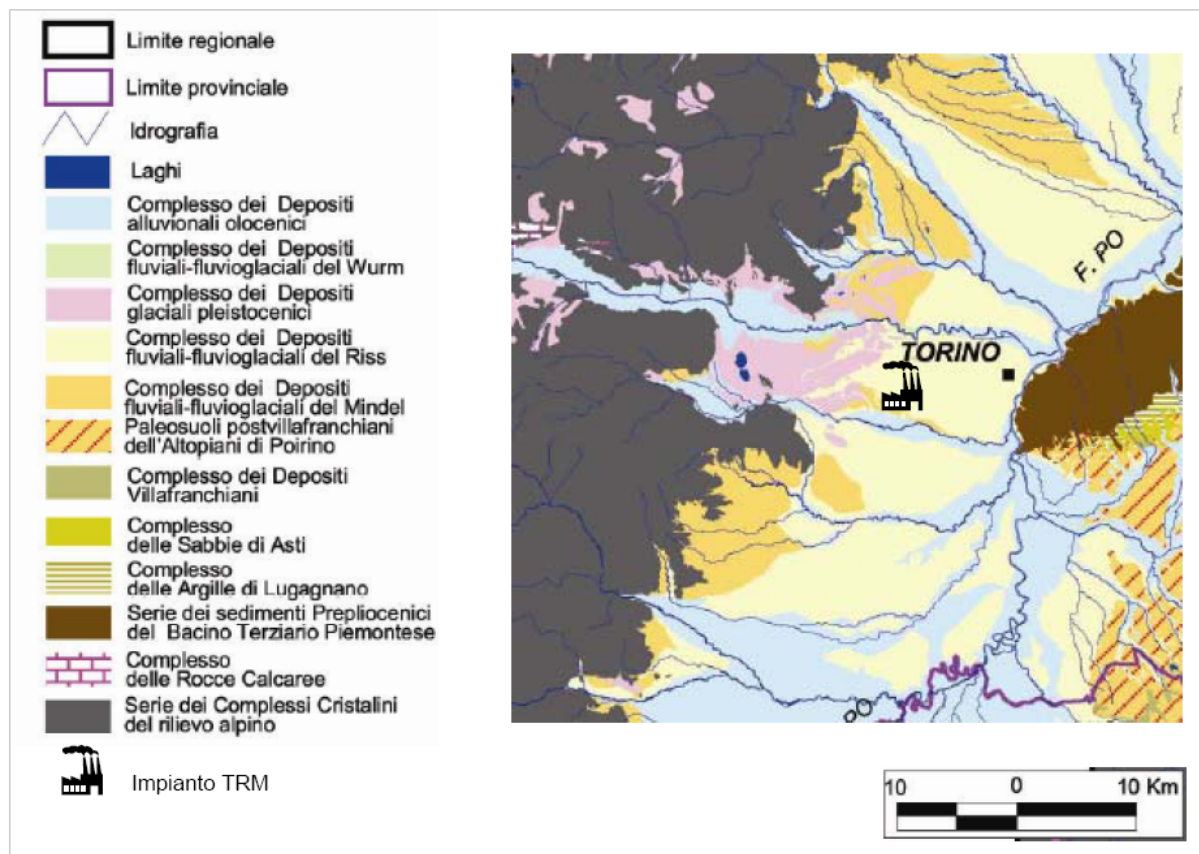
I dati freaticometrici indicano una soggiacenza del tetto di falda posta a profondità variabile di circa 13 ÷ 20 m da p.c. Tale forte depressione si giustifica con l'elevato spessore ed alta trasmissività che caratterizza l'acquifero freatico indifferenziato nella fascia di Alta Pianura.

Le variazioni stagionali di falda freatica sono condizionate in relazione ai periodi di magra e piena. Indicativamente sono contenuti entro 7 - 8 metri, con una tendenza generale all'abbassamento nel lungo periodo.

Le formazioni geologiche affioranti nel territorio piemontese possono essere distinte in tre grandi categorie sulla base del tipo di permeabilità: rocce permeabili per porosità, per

fatturazione e per carsismo (calcari e gessi). Sulla base delle caratteristiche geoidrologiche, le varie formazioni possono essere raggruppate in Serie Idrogeologiche che a loro volta possono essere suddivise nei Complessi Idrogeologici.

Fig. 1 - Carta dei Complessi Idrogeologici

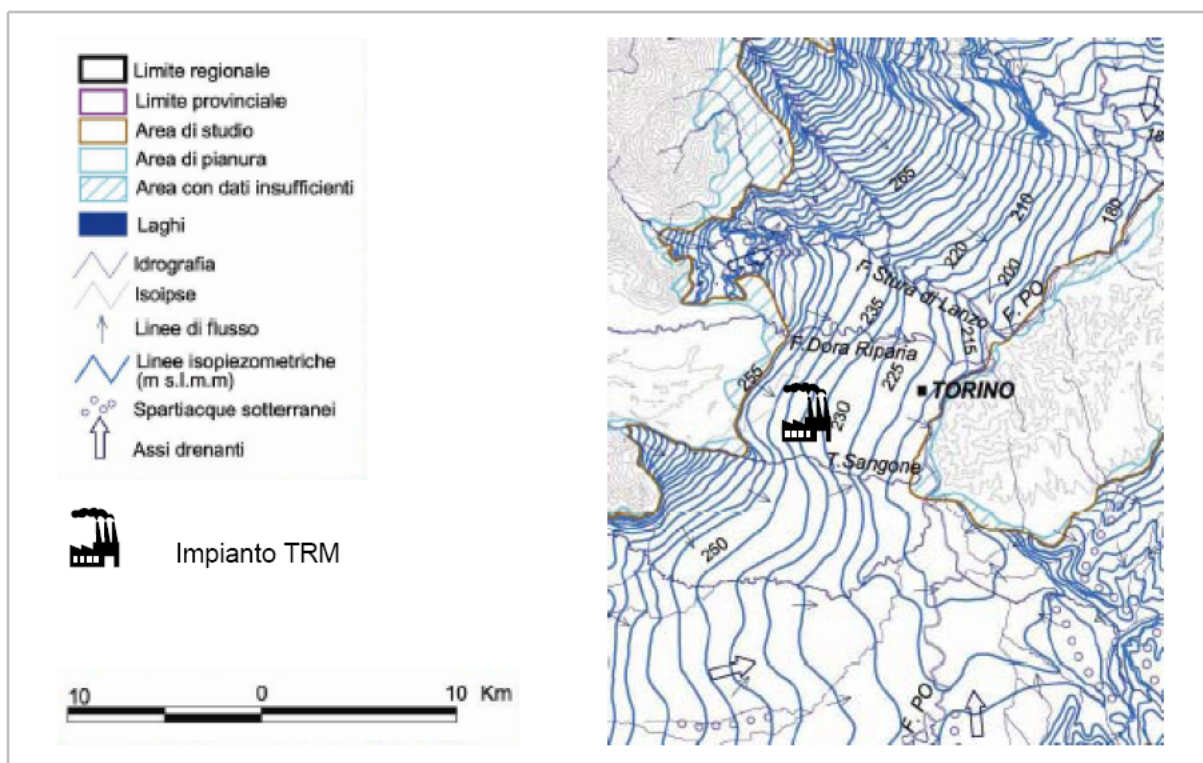


L'osservazione dell'immagine evidenzia come l'area torinese sia caratterizzata dalla presenza di diverse serie di depositi continentali. I complessi idrogeologici appartenenti a questa serie, ospitano falde idriche superficiali, generalmente a superficie libera.

Il Sub - Complesso dei Depositi dell'Altopiano di Poirino, coevi al Complesso dei depositi Mindeliani, è presente nei territori dei comuni di Santena, Chieri, Poirino e Carmagnola.

Nella Provincia di Torino il livello di base della falda superficiale è rappresentato ovunque dal Fiume Po, con l'eccezione l'area interna dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea, in cui la falda è drenata dal Fiume Dora Baltea.

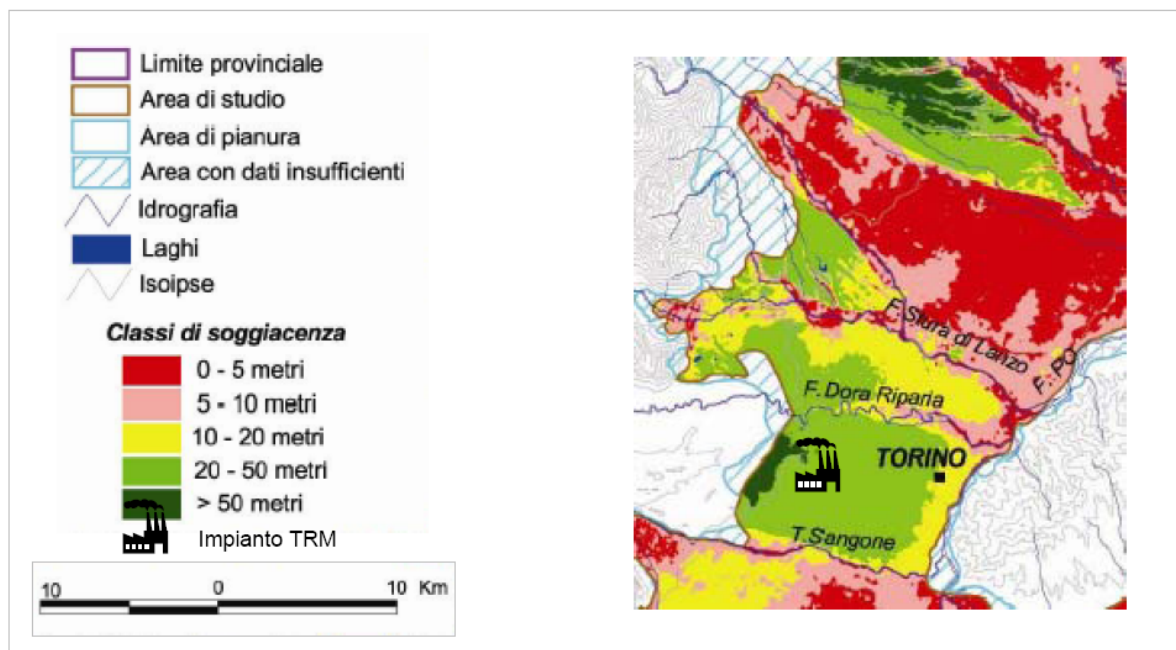
Fig. 2 - Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera - estate 2002



Nella maggior parte del territorio pianiziale torinese si possono osservare valori di soggiacenza inferiori a 5 metri come riportato nella figura sottostante.

Nel settore meridionale della pianura torinese i valori di soggiacenza oscillano tra 0 e 5 metri in un'ampia area estesa in senso nord-sud; nelle fasce alluvionali la soggiacenza della falda è sempre inferiore a 5 metri rispetto al piano campagna..

Fig. 3 - Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera



Nei pressi dell'area di progetto è stato effettuato uno studio freaticometrico, utilizzando i dati di monitoraggio della documentazione geognostica disponibile, di progetto e bibliografica (v. elaborato GEO001).

## 5 SISMICITA'

Le accelerazioni orizzontale massime convenzionali su suolo di categoria "C", riferite al Comune interessato dall'area dello svincolo, sono riportate nelle tabelle contenute nel presente paragrafo, insieme ai principali parametri di interesse necessari per la definizione dell'azione sismica.

Nelle tabelle con  $T_R$  (in anni) e  $a_g$  (in g) si indica rispettivamente il tempo di ritorno e l'accelerazione di picco su suolo di categoria "C".

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento  $V_R$  (vedi § 2.4 delle NTC DM 14 Gennaio 2008) e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  (funzione dello stato limite considerato, vedi **Tabella 5.1**), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  attraverso l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tabella 5.1 - Definizione degli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e relative probabilità di superamento  $P_{VR}$ .

Stati limite di esercizio ( $P_{VR}$ )	Stati limite ultimi ( $P_{VR}$ )
SLO - Stato limite di operatività (81%)	SLV- Stato limite di salvaguardia (10%)
SLD - Stato limite di danno (63%)	SLD - Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (vedi Allegato B delle NTC DM 14 Gennaio 2008) non contempli il periodo di ritorno corrispondente al  $V_R$  e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  fissate in progetto, il valore del generico parametro  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai  $T_R$  previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato;
- $T_{R1}$ ,  $T_{R2}$  sono i periodi di ritorno più prossimi a  $T_R$  per i quali si dispone dei valori  $p_1$  e  $p_2$  del generico parametro  $p$ .

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Nella tabella seguente si riportano le categoria di sottosuolo assunte per i vari comuni di interesse allo stato attuale delle conoscenze delle condizioni geologiche, geotecniche e stratigrafiche. In funzione delle risultanze delle campagne geognostiche associate ai successivi approfondimenti progettuali e soprattutto alla luce dei valori registrati delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , si provvederà a confermare le ipotesi assunte.

Tabella 5.2 - Accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria "C" – periodo di riferimento  $V_R=200$ anni

	<b>Carmagnola</b>
<b>Categoria di Sottosuolo</b>	C

Per il comune di interesse si riportano di seguito le tabelle con i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$ , in funzione del periodo di ritorno  $T_R$ . I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.

Tabella 5.3 - Comune di Carmagnola

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  al variare del tempo di ritorno  $T_R$**

$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T_c^*$ (s)
30	0.024	2.568	0.179
50	0.030	2.576	0.200
72	0.034	2.613	0.214
101	0.038	2.644	0.225
140	0.042	2.658	0.233
201	0.047	2.687	0.249
475	0.059	2.768	0.278
975	0.070	2.811	0.292
2475	0.086	2.911	0.299

Ricapitolando, gli altri parametri sismici assunti sono:

Categoria topografica =  $T_1$                     →      $S_T = 1.0$   
 Categoria Suolo = C                            →      $S_s = 1.5$

Classe d'uso = 2

Vita nominale = 100

Vita di riferimento =  $2 \times 100 = 200$

## 6 GEOTECNICA

Nel presente capitolo vengono esaminati gli aspetti geotecnici legati al progetto per la realizzazione del nuovo svincolo e stazione di Carmagnola Sud:

- analisi geotecnica dello svincolo evidenziando le tematiche e le eventuali criticità
- descrizione sommaria dei terreni interessati e loro caratterizzazione a fisico-meccanica;
- indicazioni riguardo alle tipologie delle opere di fondazione.

### 6.1 Quadro progettuale

#### 6.1.1 Normativa di riferimento

La progettazione geotecnica avviene conformemente alle prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008 (NTC).

#### 6.1.2 Tematiche progettuali

##### 6.1.2.1 Realizzazione del nuovo cavalcavia di svincolo

Il nuovo cavalcavia di svincolo è previsto a due luci uguali di 27.40m per complessivi 49.40m. Le spalle e la pila centrale in spartitraffico hanno fondazioni dirette, così come il muro di sostegno che prosegue in dx della rampa bidirezionale lato Ovest.

##### 6.1.2.2 Opere Provvisorie per realizzazione delle spalle lato autostrada

Nella realizzazione degli scavi in corrispondenza della spalla "B" pile (pk 0+710.09 dell'asse "A") sono necessarie opere provvisorie, al fine di garantire la stabilità del rilevato autostradale per tutta la durata dei lavori e ridurre le problematiche legate alla parzializzazione del traffico autostradale. Tenuto conto della ridotta altezza dello stesso e dell'entità degli scavi da sostenere ( $\approx 4$  m), si ritiene perseguibile la soluzione che prevede l'infissione di palancole tipo Larssen da rimuovere al completamento dei lavori.

##### 6.1.2.3 Prolungamento tombini esistenti

Si prevede il prolungamento dei tombini in corrispondenza delle rampe. Si mantiene la stessa tipologia di struttura circolare. Per la realizzazione degli scavi sarà necessario prevedere opere provvisorie mediante l'infissione di palancole tipo Larssen.

## 6.2 Caratterizzazione geotecnica

### 6.2.1 Caratteristiche litologiche, stratigrafiche e proprietà meccaniche

Alla luce dell'esame della documentazione a disposizione è possibile descrivere, in termini prevalentemente "qualitativi", la natura dei terreni interessati dalla realizzazione dello svincolo, allo scopo di definire le principali problematiche geotecniche presenti.

Sulla base dei dati attualmente disponibili, nell'area dello svincolo, per le profondità di interesse, sono presenti terreni che presentano le seguenti caratteristiche geotecniche:

- I strati di copertura (da 0.00 a -0.70m) è privo di interesse progettuale:

- Il strato (da -0.70 a -3.90m) è costituito da limo sabbioso con valori di Nspt compresi tra 8 e 33 colpi/piede:

Angolo d'attrito:	$\phi = 22^{\circ} \div 24^{\circ}$
Peso di volume :	$\gamma = 17 \div 18 \text{ kN/m}^3$
Intercetta di Coesione:	$c = 0.1 \div 0.2 \text{ Kg/cm}^2$

- III strato (da -3.90 a -30.00m) è costituito da ghiaia e sabbia, più o meno argillificata, con valori di Nspt compresi tra 35 colpi/piede e rifiuto:

Angolo d'attrito:	$\phi = 36^{\circ} \div 38^{\circ}$
Peso di volume :	$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$
Intercetta di Coesione:	$c = 0 \text{ Kg/cm}^2$

### 6.2.2 Problematiche geotecniche

La zona interessata dalla realizzazione del nuovo svincolo autostradale di Carmagnola Sud non presenta problematiche geotecniche rilevanti peraltro la stessa è prevalentemente pianeggiante per cui si escludono problematiche geomorfologiche.

La falda è generalmente rilevata a circa 3.90m dal piano campagna, e non interferisce con gli scavi necessari alla realizzazione delle opere.

## 6.3 Tipologia delle fondazioni

### 6.3.1 Nuovo cavalcavia di svincolo

Le spalle e la pila centrale in spartitraffico hanno fondazioni dirette, così come il muro di sostegno che prosegue in dx della rampa bidirezionale lato Ovest.

### 6.3.2 Opere minori – fondazioni dirette

Lungo il tracciato sono presenti attraversamenti idraulici le cui fondazioni sono essenzialmente di tipo diretto. Gli ampliamenti sono realizzati riproponendo la tipologia di struttura esistente, così come anche per quelli di nuova realizzazione.

## 6.4 Considerazioni geotecniche sulla fattibilità degli interventi

Allo stato attuale delle conoscenze dei terreni interessati dai lavori di ampliamento, delle condizioni stratigrafiche e dei livelli di falda, non sembrano esserci particolari criticità geotecniche. Dato il contesto plano-altimetrico in cui viene a realizzarsi l'ampliamento, sono da escludersi problematiche di tipo geomorfologico.

La realizzazione dello svincolo non richiede la risoluzione di rilevanti problematiche di tipo geotecnico e le tematiche da affrontare appaiono ricorrenti nella consolidata prassi progettuale di SPEA Ingegneria Europea.



## 7 IDROLOGIA E IDRAULICA

Il progetto definitivo sotto gli aspetti idrografici, idrologici ed idraulici è articolato secondo i seguenti argomenti principali:

- analisi del sistema fisico territoriale mediante la caratterizzazione dei bacini, del regime delle precipitazioni e dei deflussi, in termini statistico probabilistici;
- individuazione delle interferenze idrografiche;
- definizione del sistema di drenaggio del corpo autostradale.

### 7.1 IDROLOGIA

Le precipitazioni che si abbattano sulla sede stradale possono produrre un deflusso superficiale di non trascurabile entità. Ciò è tanto più vero quanto più le precipitazioni sono brevi ed intense. Per l'analisi idrologica delle piogge si è resa necessaria la definizione del regime delle piogge di breve durata e notevole intensità, considerando durate inferiori all'ora.

La sollecitazione meteorica è stata studiata mediante le curve di possibilità pluviometrica dedotte dagli Annali Idrologici ricavati dall'A.P.A.T. (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e dei servizi Tecnici), utilizzando in particolare i dati relativi alla stazione di Racconigi (CN) (Bacino Maira), opportunamente elaborati con idonee metodologie presenti in letteratura.

In particolare si è fatto riferimento ai dati relativi alle precipitazioni di massima intensità registrate dal pluviografo di Racconigi a partire dall'anno 1951 fino al 1991.

Come noto, negli Annali presi in considerazione sono riportate le serie storiche delle precipitazioni massime annue per durate di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, da cui si sono ricavate le curve di possibilità pluviometrica in forma monomia.

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata: nel caso specifico essi sono commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa. Di conseguenza si è applicata una nota metodologia proposta in letteratura<sup>1</sup>, per estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora.

Per una disamina più approfondita della procedura utilizzata e dei calcoli effettuati si rimanda alla relazione idrologica e idraulica specifica.

### 7.2 INTERFERENZE IDROGRAFICHE

Il progetto in esame non interferisce con corsi d'acqua naturali, ma con alcuni canali di scolo secondari dei campi agricoli coltivati.

Il progetto, si è posto l'obiettivo di ripristinare il funzionamento attuale dei canali di cui sopra, e di ricostituire il sistema di raccolta delle acque al piede del rilevato autostradale.

Per dare continuità, sono stati prolungati i tombini idraulici di attraversamento dell'autostrada A6 e sono stati inseriti quattro nuovi tombini.

### 7.3 SISTEMA DI DRENAGGIO

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti sia la sede viaria che i versanti limitrofi sarà necessario prevedere un sistema di drenaggio a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti finali.

<sup>1</sup> Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione prof. S. Artina e altri 1997 ed HOEPLI

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

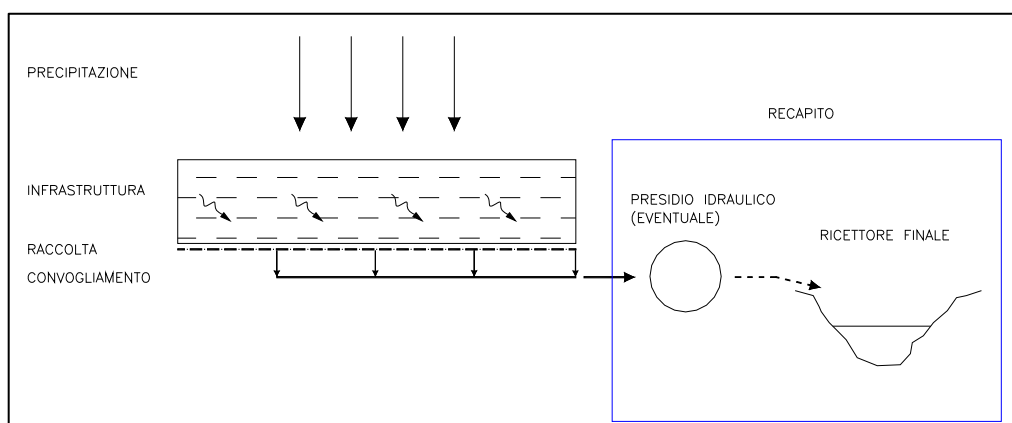
- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possano dare luogo ad allagamenti localizzati.
- garantire, ove necessario e/o richiesto, una linea idraulica chiusa sino al punto di controllo prima dello scarico nella rete idrografica naturale.

### 7.3.1 Definizione dello schema generale

Il sistema di drenaggio è funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma, ed alla protezione delle carreggiate, dalle acque precipitate esternamente.

Nella situazione attuale *il reticolo idrografico esistente non viene modificato*, ma semplicemente adattato all'intervento (nuovi fossi di guardia a seguito di allargamento della carreggiata stradale e dell'inserimento del nuovo svincolo, rimodellazione dei fossi esistenti a seguito di pulizia degli stessi, prolungamento dei tombini esistenti ecc.) mantenendo i recapiti attuali.

Il ciclo completo, dalla precipitazione che ricade sulla piattaforma al deflusso negli elementi di raccolta, al trasferimento al ricettore finale è schematizzato nella figura successiva.



Sono state individuate e definite le modalità di trasferimento di tali flussi fino ai recapiti, costituiti dalla rete idrografica naturale o artificiale, in relazione alla loro compatibilità quantitativa e qualitativa, infatti prima di convogliare le acque nei recapiti naturali, può essere necessario inserire nello schema idraulico gli elementi di controllo, denominati presidi idraulici.

Sono quindi individuabili tre parti fondamentali in cui può essere strutturato il sistema di generale drenaggio: esso ottempera le funzioni di raccolta, trasferimento e recapito delle acque meteoriche.

In base alla definizione di tali funzioni è possibile descrivere i rispettivi elementi che ne fanno parte:

- **Elementi di raccolta:** considerati come marginali, essi costituiscono il sistema primario e possono essere elementi continui, longitudinali alla carreggiata o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare la funzione di limitare i tiranti idrici in piattaforma a valori compatibili con la loro transitabilità, garantendo in tal modo la sicurezza dell'infrastruttura. La classe degli elementi marginali è rappresentata dagli embrici, dalle caditoie con griglia e dalle cunette triangolari;
- **Elementi di convogliamento:** essi rappresentano un sistema secondario, ove gli elementi del sistema primario scaricano, garantendo la capacità necessaria per evitare i rigurgiti

in piattaforma andando in tal modo a compromettere l'aspetto connesso alla sicurezza dell'utenza; con tali elementi si garantisce anche il trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti. Sono costituiti da canalizzazioni realizzate in fossi rivestiti e non, da collettori per la piattaforma e per il cavalcavia e da collettori in genere;

- **Elementi di recapito:** sono individuati in funzione della vulnerabilità integrata tra i diversi elementi presenti sul territorio in esame. Prima del recapito delle acque nel ricettore finale può essere inserito un presidio idraulico, sistema denominato "chiuso", o meno, sistema denominato "aperto".

Le funzioni di raccolta, trasferimento e recapito sono svolte dai rispettivi elementi secondo lo schema riportato nella tabella appresso.

FUNZIONE	COMPONENTE	TIPOLOGIA (ESEMPI)
raccolta	Elementi idraulici marginali	embrici cunette canalette fossi rivestiti (testa trincee) caditoie etc.
convogliamento	canalizzazioni	fossi (rivestiti/non rivestiti) collettori per piattaforma collettori per viadotti collettori in genere etc.
recapito	ricettori diretti o presidiati	corsi d'acqua naturale cavi/fossi irrigui sottosuolo presidi idraulici etc.

Gli elementi di drenaggio da inserire nell'infrastruttura dipendono strettamente dal tipo di sezione su cui sono posti. La sezione corrente dell'infrastruttura è esclusivamente in rilevato ed in viadotto.

Funzione	Componente	Tipologia	T <sub>R</sub> progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie cunette triangolari	30 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori	50 anni

*Elementi di drenaggio*

La descrizione dettagliata del sistema di drenaggio è riportata negli elaborati specifici. Si precisa che è previsto il trattamento delle acque del piazzale di stazione mediante disoleatore, essendo tale zona assoggettata a traffico "fermo" e pertanto più sensibile all'inquinamento delle acque di piattaforma.

## 8 IL PROGETTO STRADALE

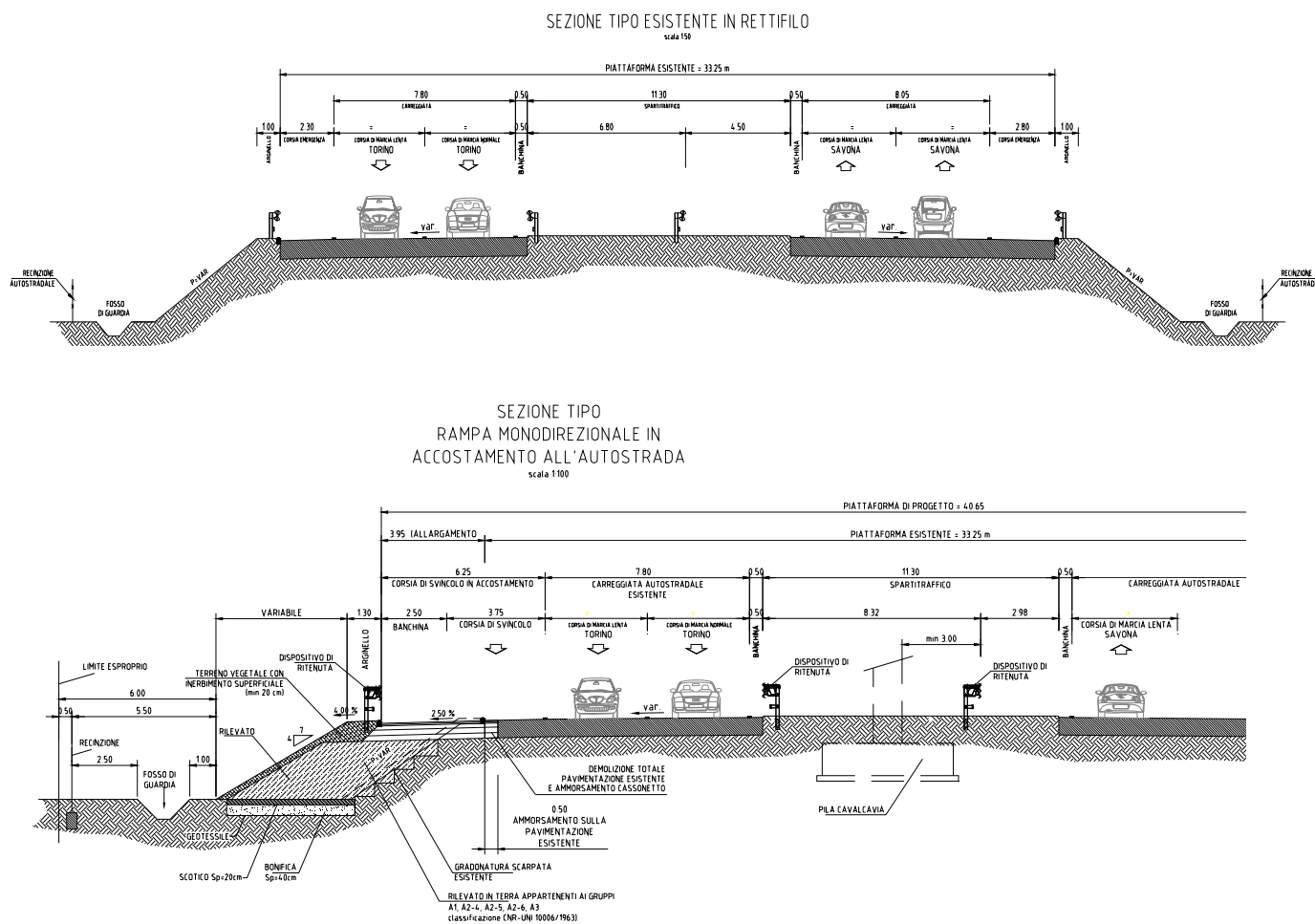
### 8.1 L'infrastruttura esistente

#### 8.1.1 Sezione tipo

L'autostrada "A6" nel tratto di intervento è attualmente organizzata in due carreggiate separate da un margine interno da circa 12.30 m che alloggia barriere di sicurezza.

Ciascuna carreggiata è organizzata con due corsie oltre alla corsia di emergenza per una larghezza complessiva della piattaforma è di 33.25 metri. In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli da 1.00 m, su cui sono alloggiate le barriere di sicurezza metalliche.

Nei tratti di ampliamento della carreggiata esistente, necessari per l'inserimento delle corsie di immissione/diversione, si provvederà all'ampliamento di ulteriori 3.45÷3.75m per singola carreggiata per ospitare oltre alla nuova corsia anche la banchina laterale di 2.50m.



Sezione tipo esistente in rilevato ed ampliamento previsto

La carreggiata autostradale in corrispondenza delle corsie di immissione/diversione è composta dalla banchina di 0.50 m, 2 corsie di marcia e sorpasso da 3.75 m, corsia di immissione o diversione da 3.75m, banchina da 2.50m. L'arginello ha dimensione 1.30 m.

#### 8.1.2 Andamento piano altimetrico

*Contestualmente al tracciamento piano altimetrico delle rampe è stato ricostruito sia l'asse planimetrico dell'attuale piattaforma stradale, sia l'andamento altimetrico lungo il tratto in esame.*

*L'autostrada A6, nel tratto in oggetto, è caratterizzata da una lungo rettilineo; altimetricamente si compone di livellette con pendenza contenuta e raggi verticali di adeguato parametro sufficienti a garantire la distanza di visibilità per l'arresto a 120 km/h sul bagnato (in accordo con il codice della strada).*

#### 8.1.3 Opere d'arte minori

*Nel tratto autostradale interessato dal nuovo svincolo sono presenti le seguenti opere minori che saranno oggetto di prolungamento dovuto all'allargamento della carreggiata stradale:*

- 1) TB01 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 16+379.09;
- 2) TB02 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 16+487.89;
- 3) TB03 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 16+648.33;
- 4) TB06 - Tombino circolare idraulico DN 1500 alla prog. 16+985.87;

*mentre per garantire la continuità idraulica del reticolo si realizzano i seguenti nuovi tombini*

- 5) TB04 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 0+204.58 (Rampa "B");
- 6) TB05 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 0+355.71 (Rampa "A");
- 7) TB07 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 0+349.71 (Rampa "C");
- 8) TB08 - Tombino circolare idraulico DN 1000 alla prog. 0+288.88 (Rampa "D").

## 8.2 Lo svincolo in progetto

### 8.2.1 Riferimenti Normativi

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali dell'infrastruttura sono:

- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" peraltro non cogente trattandosi di adeguamento di strade esistenti.
- DM 19-04-2006, n. : "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"
- DM 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come recentemente aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";

### 8.2.2 Descrizione dell'intervento

Lo svincolo è localizzato alla progressiva km 17+000 circa, nel Comune di Carmagnola in un tratto praticamente in rettilineo del tracciato della A6 (Verdemare).

In particolare l'opera di scavalco dell'autostrada si situa tra i cavalcavia n° 25 e n°26 posizionandosi dopo 125m circa il primo in un ambito agricolo e quindi scarsamente antropizzato.

I principali condizionamenti posti dalla localizzazione prescelta per lo svincolo sono i seguenti:

- **Cavalcavia n° 25 km 16+540:** vincolo per la rampa di diversione provenendo da Torino il cui tracciato prevede obbligatoriamente l'allineamento planoaltimetrico all'asse autostradale prima della spalla del cavalcavia.
- **Traliccio AT:** vincolo per la rampa di diversione provenendo da Torino e quella bidirezionale di scavalco autostradale. Il vincolo oltre ad essere planimetrico è anche di tipo altimetrico data la necessità di mantenere un franco minimo sulla catenaria.
- **Preesistenze:** l'area, poco antropizzata nell'ambito d'interesse, non ha posto particolari problemi nel tracciamento delle rampe.
- **Vincoli realizzativi:** la necessità di garantire l'esercizio dell'infrastruttura durante le fasi costruttive dello svincolo è stata tenuta in debito conto nella progettazione dello stesso; va letta in tal senso la scelta di realizzare per la rampa bidirezionale un manufatto di scavalco in luogo di un manufatto a spinta sotto l'autostrada, più facilmente realizzabile anche in soggezione di traffico.

### 8.3 Descrizione dello svincolo

Lo svincolo, del tipo a “trombetta”, con rampe dirette di connessione alla carreggiata sud e semidiretta di collegamento alla carreggiata nord, è stato progettato considerando un intervallo di velocità di progetto 40 ÷ 60 km/h per rispondere a quanto previsto dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), cogenti per l'intervento in oggetto in quanto, secondo quanto riportato all'art. 2, queste *“si applicano alla costruzione di nuove intersezioni sulle strade ad uso pubblico fatta salva la deroga di cui all'art. 13, comma 2 del decreto legislativo n. 285/1992”*.

Le rampe semidirette attraversano il corpo autostradale in cavalcavia, con sezione a carreggiata singola a doppio senso di circolazione.

Le sezioni tipo adottate, di seguito riportate, prevedono, per le rampe monodirezionali, un pavimentato da 6.00 m ripartito in una corsia di marcia di 4.00 m e banchine laterali da 1.00 m, mentre per la rampa bidirezionale il pavimentato previsto è di 10.50m con due corsie da 3.75 m e banchine laterali da 1.50 m. Le dimensioni minime di cui sopra delle banchine sono accresciute laddove le verifiche di visibilità imponevano dimensioni maggiori.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dell'intervento:

- SVINCOLO AUTOSTRADALE – Lo schema funzionale è del tipo a “trombetta” con quattro rampe di tipo monodirezionale, connessione diretta alla carreggiata Nord e indiretta alla carreggiata Sud, ed una rampa bidirezionale, sovrappassante la A6, che realizza il collegamento con le rampe di ingresso/uscita in direzione Sud. Tutte le rampe si sviluppano in rilevato. L'intervallo di velocità di progetto dello svincolo è definita dal D.M. 2004 ed è pari a 40-60 km/h.
  - RAMPA A: è la rampa bidirezionale a servizio dell'immissione e della diversione Nord. Ha origine, come tracciamento, in corrispondenza del tronco di manovra e termina in corrispondenza del termine del piazzale di esazione. Dal punto di vista planimetrico il tracciato si sviluppa con una serie di curve di raggio pari a 75÷140 m ed attraversa l'autostrada A6 quasi in retto con un cavalcavia a campata unica di luce pari a 49.40 m. Altimetricamente la rampa, partendo dall'attuale sede stradale, si sviluppa dapprima in discesa (0.21÷0.68%), quindi scavalca l'autostrada con pendenza delle rampe pari al massimo il 4.77%, per poi mantenersi all'1.3% in corrispondenza del piazzale di esazione.
  - RAMPA B: è la rampa di immissione direzione Nord. Ha origine dalla rampa A in prossimità della curva destrorsa costituente il cappio, ed è costituita planimetricamente da una prima curva di 60 m, da una seconda di 45 m, una terza di 60 m per terminare prima del lungo tratto in affiancamento all'autostrada con un raggio di 160m. L'altimetria della rampa è vincolata inizialmente dall'asse “A” ed ovviamente nel tratto conclusivo da quella autostradale.
  - RAMPA C: è la rampa di diversione Sud. Ha origine in corrispondenza del tronco di manovra sulla carreggiata autostradale e termina in approccio al piazzale di esazione, mediante due curve da 140m e 143.75m. Altimetricamente la rampa, partendo dal piano autostradale, si sviluppa dapprima in salita, al 0.29 % per poi risalire al 0.87% seguendo i profili delle rampe “A” e “D”.
  - RAMPA D: è la rampa di immissione Sud . Ha origine dal piazzale di esazione e con raggi planimetrici pari a 150.0 m e 65.0 m si immette parallelamente all'autostrada.

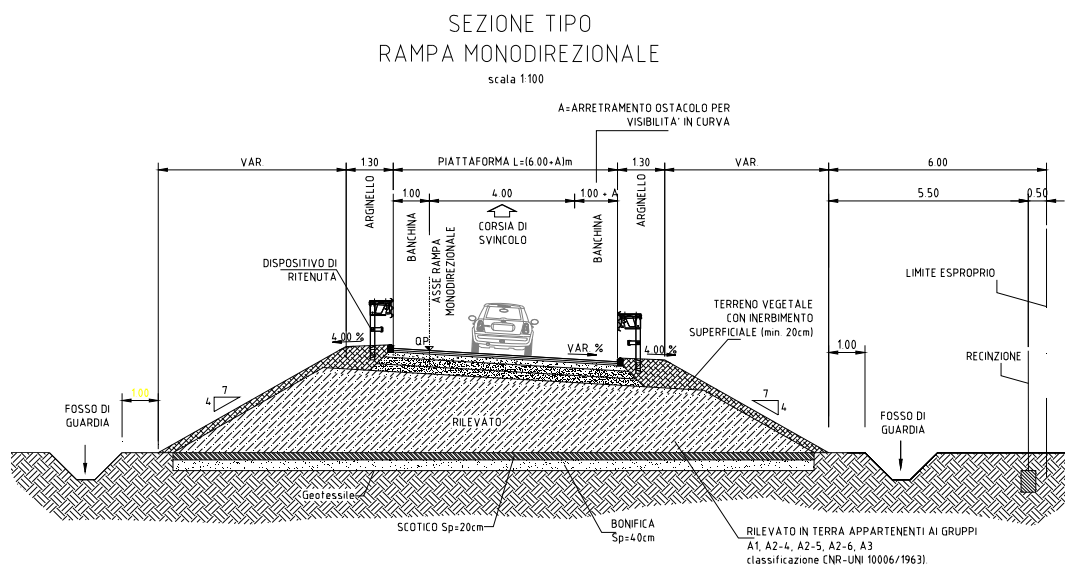
Altimetricamente dopo un primo tratto iniziale in cui segue la livelletta delle rampe "A" e "C", si sviluppa con tratti di salite e discese dovute alla presenza di opere che realizzano la continuità idraulica e stradale del territorio, fino ad immettersi sull'autostrada esistente con una livelletta in ascesa dello  $0.66 \div 0.29\%$ .

Per una disamina più approfondita degli elementi geometrici costituenti i tracciati plano-altimetrici delle singole rampe si rimanda alla "Verifica di rispondenza a norma".

- L'AREA DI PEDAGGIO – L'area di pedaggio prevista ha una superficie di circa 13.500 mq ed è anch'essa realizzata interamente in rilevato date le condizioni morfologiche del territorio (completamente in piano, con pendenze inferiori all'1%). Nel piazzale è prevista la realizzazione dell'edificio di stazione (completo di impianti) delle isole e delle corsie di esazione. Nella fattispecie sono previste nove isole di stazione e dieci corsie, rispettivamente quattro in entrata e sei in uscita per il pedaggio, ed una pensilina di copertura.
- INTERVENTI PER IL RIPRISTINO DELLA VIABILITA' ESISTENTE – La realizzazione del nuovo svincolo comporta l'occupazione di parte del tracciato di una viabilità locale che verrà deviato e ripristinato il collegamento con la rotatoria (opera a carico di altri Enti) da realizzare a Sud del Piazzale di esazione. Lo sviluppo di tale viabilità locale è pari a 695.00 m e per essa si è ipotizzata una categoria stradale a destinazione particolare.

### 8.3.1 Sezioni tipo

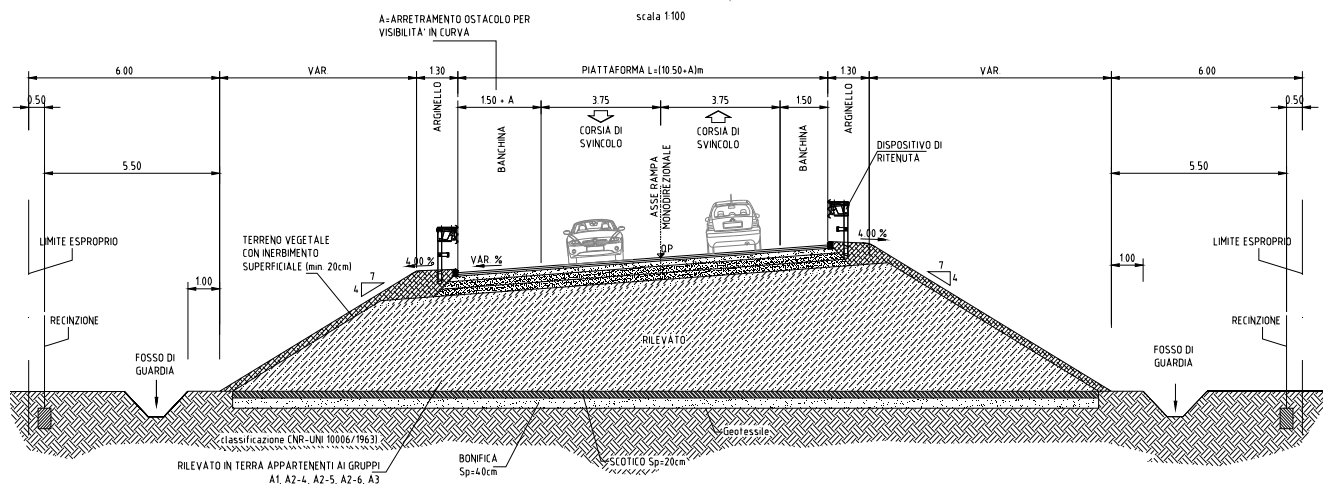
Le sezioni tipo adottate, di seguito riportate, prevedono, per le rampe monodirezionali, un pavimentato da 6.00 m ripartito in una corsia di marcia di 4.00 m, banchina in sinistra da 1.00 m e in destra da 1.00 m; la rampa bidirezionale presenta un pavimentato da 10.50 m ripartito in due corsie da 3.75 m e banchine da 1.50 m. L'arginello ha dimensione 1.30 m.





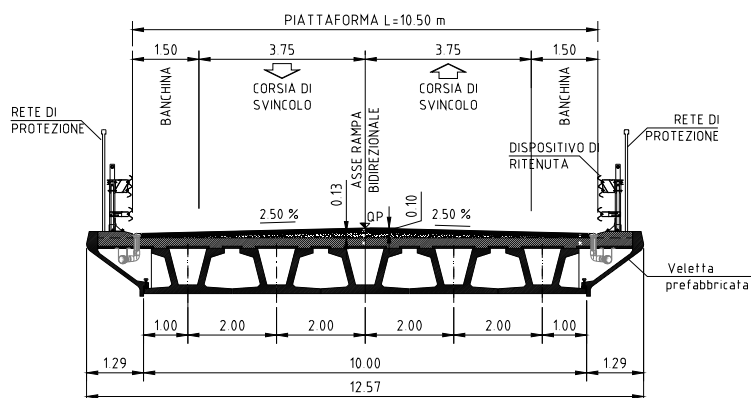
SEZIONE TIPO  
RAMPA BIDIREZIONALE

scala 1:100



SEZIONE TIPO  
RAMPA BIDIREZIONALE  
SU CAVALCAVIA

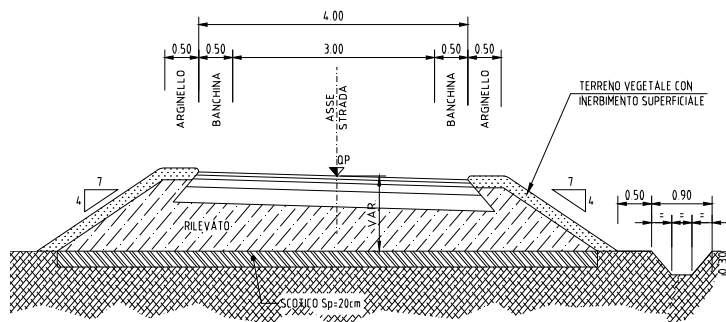
scala 1:100



La sezione tipo adottata per l'adeguamento della viabilità locale è relativa ad una categoria a destinazione particolare; il pavimentato è ripartito in banchine da 0.50 m e carreggiata da 3.00 m. L'arginello ha dimensione 0.50 m.

SEZIONE TIPO STRADA A  
DESTINAZIONE PARTICOLARE

scala 1:50



### 8.3.2 Corsie specializzate di immissione

Le corsie specializzate di immissione, in accordo con quanto previsto dal DM 19.04.2006 sono state progettate tenendo conto dei seguenti elementi compositivi principali:

- Tratto di accelerazione  $L_{a,e}$  da dimensionare con criteri cinematici;
- Tratto di raccordo  $L_{v,e}$  di lunghezza pari a 75 metri;
- Zona di immissione, che corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione, dimensionata con procedure basate su criteri funzionali.

La lunghezza del tratto di accelerazione  $L_{a,e}$ , il cui inizio si colloca al termine della curva circolare della rampa di immissione, viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per  $v_1$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- $v_2$  (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a  $0,80 \cdot v_p$  (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)
- $a$  ( $m/s^2$ ) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a  $1 m/s^2$ .

SCHEMA PLANIMETRICO CORSIA DI ENTRATA (IMMISSIONE)

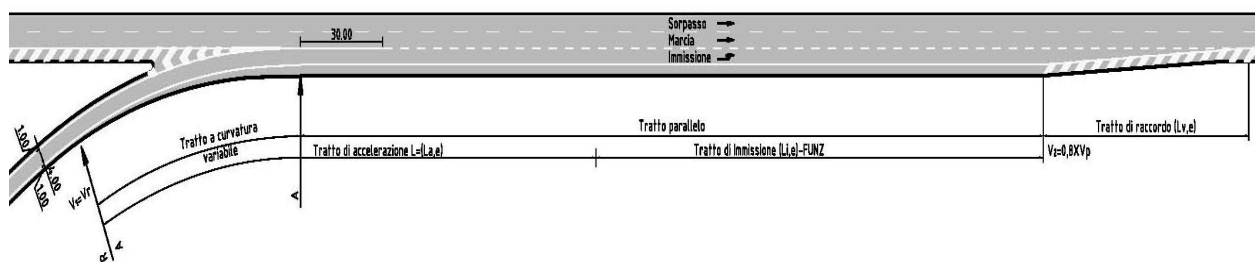


Figura 1 - Schema planimetrico corsia di immissione

<b>Immissione Sud (Rampa "D"):</b>	<b>Immissione Nord (Rampa "B"):</b>
Tratto di accelerazione: 347.23 m	Tratto di accelerazione: 368.50 m
Tratto di immissione: 140.00 m	Tratto di immissione: 160.00 m
Tratto di raccordo: 75 m	Tratto di raccordo: 75 m

### 8.3.3 Corsie specializzate di diversione

La norma individua due schemi planimetrici tipologici per la diversione; nel caso in esame si è fatto ricorso unicamente alla tipologia "parallela" idi seguito esposta.

Sono individuati due tratti per effettuare l'intera manovra:

- Tratto di manovra  $L_{m,u}$ , di lunghezza pari a 90;
- Tratto di decelerazione  $L_{d,u}$ , avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita (coincidente con il punto di inizio della clotoide).

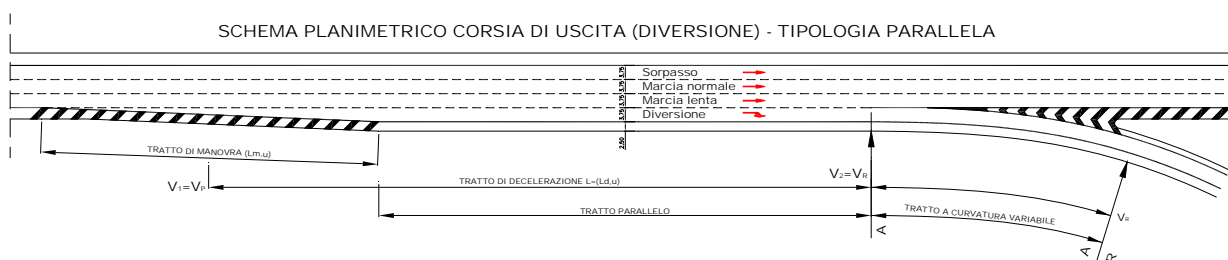


Figura 2 - Schema planimetrico corsia di diversione - tipologia parallela

La lunghezza del tratto di decelerazione  $L_{d,u}$  è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione  $L_{d,u}$  viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- $v_2$  (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per  $v_2$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- $a$  ( $m/s^2$ ) è la decelerazione assunta per la manovra pari a  $3 m/s^2$ .

<b>Diversione Sud (Rampa "C"):</b>	<b>Diversione Nord (Rampa "A"):</b>
Tratto di decelerazione: 210.95 m	Tratto di accelerazione: 220.15 m
Tratto di manovra: 90 m	Tratto di manovra : 90 m

## 8.4 Opere d'arte

L'opera principale prevista nell'ambito della realizzazione del nuovo svincolo è il cavalcavia della rampa bidirezionale. Esso presenta una sezione trasversale pari a 12.10 m e schema a doppia campata di luce pari a 24.70 ciascuno, per un totale di 49.40m

Le spalle risultano con fondazioni dirette e si sviluppano per un'altezza massima di 9.00 m, di cui 7.20m fuori terra.

Per garantire la continuità idraulica del sistema di irrigazione esistente e l'accesso ai canali per la manutenzione sono stati realizzati nuovi scatolari e/o tombini e in alcuni casi prolungati quelli esistenti. Nel dettaglio:

<b>WBS</b>	<b>PROG. [Km]</b>	<b>Asse di riferim.</b>	<b>DIMENSIONI. [m]</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>TB01</b>	16+379.09	A 6	Φ1000	PROLUNGAMENTO n° 2 TOMBINI
<b>TB02</b>	16+487.89	A 6	Φ1000	PROLUNGAMENTO TOMBINO
<b>TB03</b>	16+648.33	A 6	Φ1000	PROLUNGAMENTO TOMBINO
<b>TB04</b>	0+204.58	Rampa "B"	Φ1000	NUOVO TOMBINO
<b>TB05</b>	0+355.71	Rampa "A"	Φ1000	NUOVO TOMBINO
<b>TB06</b>	16+985.87	A 6	Φ1500	PROLUNGAMENTO TOMBINO
<b>TB07</b>	0+349.71	Rampa "C"	Φ1000	NUOVO TOMBINO
<b>TB08</b>	0+288.88	Rampa "D"	Φ1000	NUOVO TOMBINO
<b>TB09</b>	16+206.03	A 6	Φ1000	PROLUNGAMENTO TOMBINO

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni ed agli elaborati grafici specifici.

## 8.5 Barriere di sicurezza

Di seguito si dà descrizione dei criteri relativi alla protezione del bordo laterale in sede naturale che si applicano sia all'asse autostradale che alle rampe di svincolo, secondo quanto previsto dall'art.6 del DM 21.06.2004.

In considerazione delle pendenze di progetto delle scarpate dei rilevati (inferiori a 2/3) per la protezione delle pertinenze autostradali (piazzale di stazione) nei tratti dove il rilevato autostradale si manteneva sotto l'altezza di 3,0m – sempre che non fossero presenti ostacoli laterali, opere d'arte e/o viabilità in adiacenza – non sono state previste barriere di sicurezza.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri. I dispositivi impiegati dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A. Le barriere per

bordo laterale dovranno rispettare quanto prescritto dalla normativa per strade di categoria A e condizioni di traffico III. Di conseguenza, ai sensi del DM 21.06.04, le classi di contenimento per le barriere da installare sono H2 o H3.

I criteri seguiti per la scelta delle barriere da adottare in progetto, tra le due classi indicate dalla norma (H2 o H3), sono riassunti nella tabella seguente.

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Classe barriera
< 2/3	≤ 3	nessuna protezione <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>
< 2/3	> 3	min H2 <sup>(2)</sup>

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale compresa tra 12 m e 60 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe H2.

(2) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 12 m deve essere sempre prevista una barriera di classe H3.

*Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Autostrade - Classe di traffico III.*

### 8.5.1 Barriere da bordo laterale

Per quanto riguarda la protezione dei margini di viadotti, l'articolo 6 del DM 2367/2004 prevede che siano impiegate protezioni di classe H2, H3 o H4, comunque in conformità con la vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali.

La tipologia prevista su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri, preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà essere adottata in progetto una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella CLASSE A.

I criteri seguiti per la scelta della classe delle barriere da adottare in progetto, tra quelle consentite dalla norma, sono riassunte nella tabella seguente.

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scavalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2 o H3)
≤ 10	SI	H3
> 10 <sup>(1)</sup>	NO	min H3 <sup>(2)</sup>
> 10 <sup>(1)</sup>	SI	H4

(1) Per quanto attiene al dimensionamento ed alle verifiche dello sbalzo sulle opere d'arte, si farà riferimento, in ogni caso, alla più gravosa tra le due protezioni previste;

(2) La scelta tra la classe H3 o H4 verrà effettuata sulla base delle seguenti considerazioni: incidentalità, percentuale di mezzi pesanti, andamento planaltimetrico del tracciato (rettifilo o curva), ripetitività delle opere (distanza tra le opere d'arte), altezza delle pile, vulnerabilità ambientale del fiume attraversato.

*Criteri di scelta per barriere bordo da bordo opera d'arte – Autostrade - Classe di traffico III*

Per la protezione del cavalcavia di svincolo è stata infine prevista una protezione di classe H3.

## 8.6 Pavimentazione

Il cassonetto stradale adottato per le corsie di accelerazione e decelerazione, le rampe di svincolo e il piazzale di stazione ha una profondità costante di 65 cm. Il pacchetto che costituisce la sovrastruttura stradale risulta così definito:

- |   |       |
|---|-------|
| - MANTO DI USURA DRENANTE                         | 5 cm  |
| - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)                 | 5 cm  |
| - BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO                 | 15 cm |
| - FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO                   | 20 cm |
| - SOTTOFONDAZIONE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO | 20 cm |

Il collegamento tra la nuova e l'esistente sovrastruttura sarà realizzato previa demolizione, di una fascia di 50 cm di larghezza, dell'attuale pavimentazione. Qualora l'ampliamento della piattaforma venga realizzato in corrispondenza degli attuali alloggiamenti dei fossi di guardia, la fascia di terreno interessata andrà opportunamente bonificata.

Il cassonetto stradale adottato per l'adeguamento della viabilità locale, ha una profondità costante di 40 cm. Il pacchetto che costituisce la sovrastruttura stradale risulta così definito:

- |   |       |
|---|-------|
| - MANTO DI USURA                                  | 5 cm  |
| - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)                 | 5 cm  |
| - BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO                 | 10 cm |
| - SOTTOFONDAZIONE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO | 20 cm |

La pavimentazione della strada podereale prevede:

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| - MISTO GRANULARE STABILIZZATO | 25 cm |
|--------------------------------|-------|

La pavimentazione del cavalcavia di svincolo sarà così composta:

- |                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| - MANTO DI USURA DRENANTE         | 5 cm |
| - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) | 5 cm |

con l'interposizione di uno strato impermeabile, di spessore 1 cm, steso direttamente sull'estradosso della soletta dell'opera.

## 9 CANTIERIZZAZIONE E FASI COSTRUTTIVE

### 9.1.1 Cantieri e campi logistici

Il dimensionamento del campo logistico e del cantiere è stato condotto analizzando il presumibile impiego di manodopera, in funzione dell'importo dei lavori, tenendo anche conto della prevalenza delle forniture (materiali da rilevato e pavimentazioni, barriere di sicurezza) e dei movimenti di materie (eseguiti usualmente da imprese subappaltatrici e da trasportatori terzi che non necessitano di supporto logistico). Sono state calcolate le ore complessive necessarie che, rapportate alla durata dei lavori da programma, determinano il personale medio mensile presente in cantiere.

Dalle presenze così ottenute deriva il dimensionamento del campo base logistico; le cui caratteristiche salienti sono:

- prossimità all'autostrada,
- vicinanza di strade locali e svincoli autostradali,
- occupazione di una zona di proprietà ASPI o comunque da espropriare.
- modeste pendenze del terreno, per evitare opere di sostegno e/o sbancamenti rilevanti
- posizione baricentrica rispetto alle lavorazioni
- distanza da aree densamente edificate

Per il cantiere operativo si prevede una occupazione media di 10.000 mq, pari a circa l'area del piazzale di stazione.

Il campo tipo è dimensionato per 30-50 presenze, e comprende dormitori con alloggio in prefabbricati, mensa, officina, magazzino e parcheggi.

I cantieri operativi sono destinati oltre che a magazzini, depositi, officine, alla produzione di calcestruzzo e di conglomerati bituminosi:

### 9.1.2 Piste di cantiere e viabilità

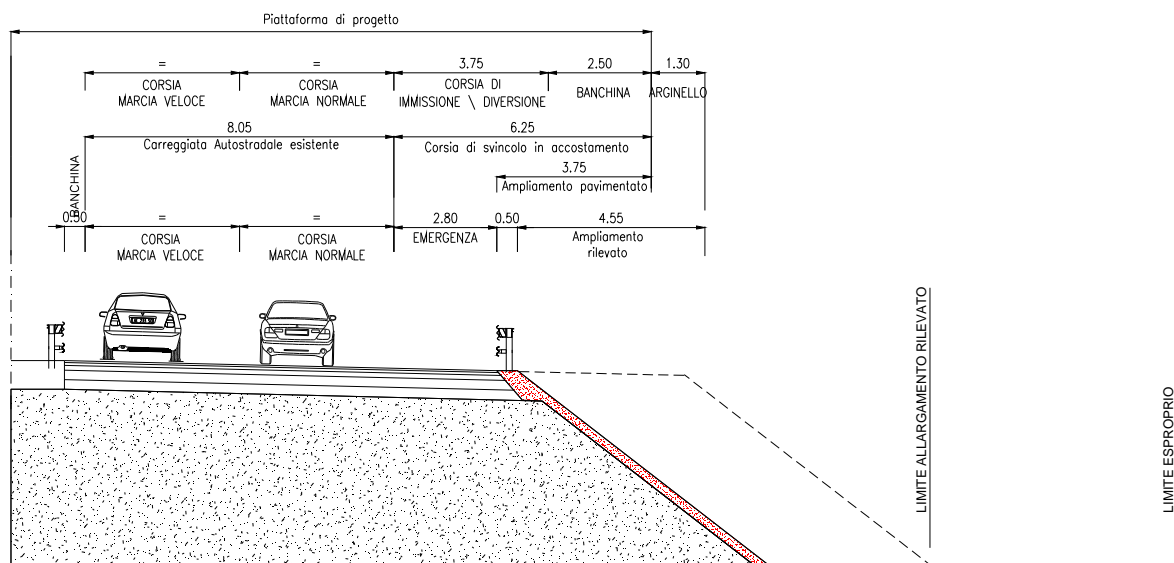
Si ritiene che i lavori di allargamento possano essere eseguiti utilizzando come pista l'impronta dell'allargamento stesso, previa bonifica del piano di posa.

In corrispondenza dei prolungamenti delle opere d'arte e dei tombini si possono ricavare piazzole per consentire il movimento delle macchine operatrici.

Le viabilità di accesso al cantiere saranno la future viabilità di collegamento e di servizio al casello; a queste si accede comodamente dalla viabilità locale.

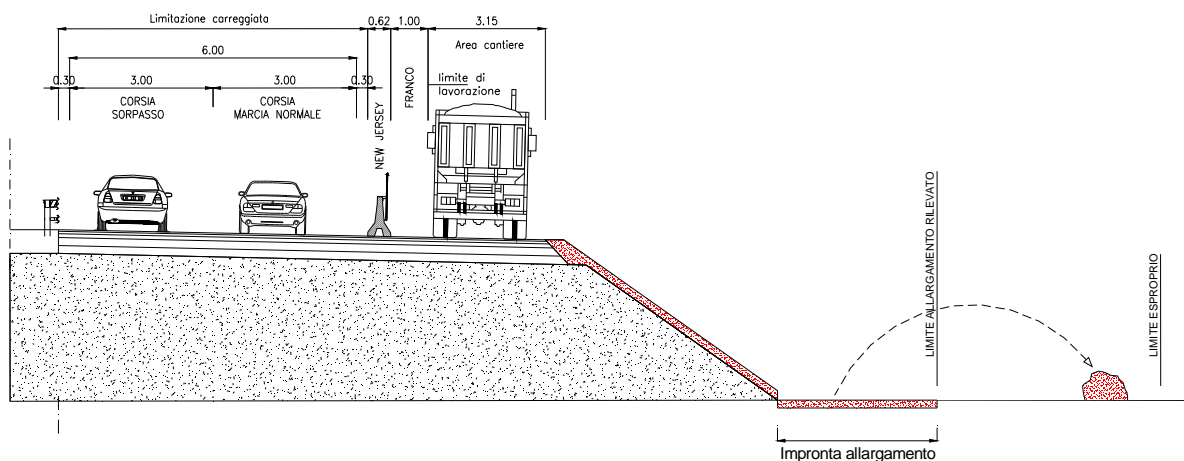
### 9.1.3 Fasi esecutive dei lavori

Nel corso dell'intervento non si prevedono particolari penalizzazioni del normale esercizio autostradale se non la riduzione della carreggiata dovuta all'ampliamento del rilevato e all'ammorsamento della nuova pavimentazione sull'esistente. Tale riduzione consiste nell'eliminazione dell'emergenza destinata momentaneamente ad area di cantiere. Vengono in ogni caso mantenute due corsie, a larghezza ridotta, per senso di marcia.



Allargamento carreggiata esistente

Nella figura che segue si evidenzia come la cantierizzazione consente il mantenimento di due corsie a larghezza standard riducendo il franco psicotecnico sinistro, oltre il quale si posa il NJ per il quale è garantita la lunghezza di scorrimento di 1.00 m. E' evidente che in tale configurazione la Velocità di percorrenza del tratto autostradale sarà limitata ai 90 km/h come da D. Min. 10/07/2002, al quale si rimanda per la definizione della segnaletica per la cantierizzazione.



Cantierizzazione carreggiata esistente

Relativamente alle opere d'arte da realizzare, l'unica di particolare importanza è il cavalcavia di svincolo che sarà costruito con le seguenti macrofasi:

- Fase A) Esecuzione delle opere provvisorie, ove previste, necessarie alla realizzazione delle fondazioni e delle strutture di elevazione
- Fase B) Realizzazione del plinto della pila e delle fondazioni delle spalle e realizzazione delle strutture in elevazione;



- Fase C) Varo notturno delle travi con interruzione del traffico che costituiscono impalcato;
- Fase D) Completamento dell'impalcato con getto della soletta;
- Fase E) Rimodellamento del terreno in corrispondenza della zona interessata alla presenza del cavalcavia

## 8 GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

L'impostazione generale si basa sull'ipotesi di smaltimento a discarica dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione del progetto e di approvvigionamento da cava di materiale più idoneo geotecnicamente alla realizzazione dei rilevati di svincolo e del piazzale.

Per la realizzazione dello svincolo di Carmagnola è stata fatta una stima dei materiali delle attività di scavo ed una stima dei fabbisogni di materiali per la realizzazione dei rilevati.

Le lavorazioni connesse alla realizzazione dell'infrastruttura in oggetto prevedono l'esecuzione di scavi all'aperto per eseguire le gradonature propedeutiche alla formazione dei nuovi rilevati, nonché per la realizzazione delle fondazioni e sottofondazioni delle nuove opere.

## 9 BILANCIO TERRE

I dati di seguito sono riferiti al computo definitivo. I volumi complessivi delle terre da movimentare nella fase costruttiva del progetto in oggetto sono i seguenti:

- produzione terre 52.883,55 mc;
- fabbisogno terre 123.772,45 mc;

In dettaglio sono previsti:

- Scavo terre piazzale: 29.936,85 mc
- Scavo terre svincolo: 22.946,70 mc
- Fornitura per piano di posa piazzale: 5.918,11 mc;
- Fornitura per rilevato piazzale: 53.877,07 mc
- Fornitura per piano di posa svincolo: 6.635,44 mc;
- Fornitura per rilevato svincolo: 46.828,03 mc;
- Fornitura anticapillare: 9.917,26 mc
- Esubero complessivo materiale scavato: 52.883,55 mc

I fabbisogni di materiali necessari per la realizzazione dell'infrastruttura sono necessariamente da approvvigionare da cava di prestito (materiale da rilevato per un quantitativo di circa 123.772,45 mc), destinati per la bonifica del piano di posa (12.553,55 mc),

la realizzazione dei rilevati stradali (100.705,10 mc) e la realizzazione dello strato anticapillare (9.917,26 mc).

Inoltre, per la specificità delle lavorazioni in progetto, sono da mettere in conto ulteriori forniture di materiale da cava per la formazione di drenaggi con pietrame per un quantitativo di circa 596.54 mc complessivi.

Dal momento che i volumi complessivi di terre da scavo interessati dagli interventi di costruzione non sono considerevoli, l'esclusione di parte delle terre dal regime di gestione quali sottoprodotti non appare problematica, considerando in particolare la necessità di garantire circa le caratteristiche geotecniche dei materiali di scavo stessi.

Infine sottolineando che lo scavo all'aperto avviene con mezzi meccanici tradizionali e pertanto non comporta la possibilità di contaminazione dei terreni, la gestione a rifiuto del materiale sarà effettuato esclusivamente mediante trasportatori autorizzati al trasporto di rifiuti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

## **10 TEMPO DI ESECUZIONE**

Il tempo occorrente per la realizzazione del progetto viene stabilito in 540 giorni naturali e consecutivi dalla data di consegna dei lavori.

## **11 AFFIDAMENTO LAVORI**

I lavori a base d'asta verranno affidati con appalto unico "a corpo" con le modalità previste dalle disposizioni di legge in vigore. Saranno appaltati separatamente, ma sempre con gara pubblica, i lavori previsti sotto la voce "Somme a disposizione" a causa della peculiarità delle lavorazioni.

## 12 ANALISI ECONOMICA

Utilizzando i seguenti prezziari sono stati individuati i costi di realizzazione dell'opera ed è stato redatto un quadro economico:

- ANAS S.p.A. - Condirezione Generale Tecnica - Compartimento per la Viabilità per il Piemonte – “Elenco dei prezzi unitari anno 2009/2010”
- ANAS S.p.A. - Condirezione Generale Tecnica - R&I - Servizio Coordinamento Direzioni Centrali Area Tecnica – “Elenco prezzi manutenzione anno 2010 - Area: nord”
- AUTOSTRADE- DSEV-SRT – “Elenco dei prezzi unitari anno 2010 – Impianti”
- AUTOSTRADE- FAB002 – “Elenco dei prezzi per la costruzione di opere relative a fabbricati di stazione e di servizi vari”
- AUTOSTRADE- MF001 – “Elenco dei prezzi per opere di ampliamento, potenziamento, manutenzione straordinaria e ordinaria eccezionale”