



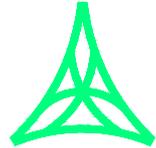
**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA**

**DIREZIONE CENTRALE**  
**INFRASTRUTTURE, MOBILITA', PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LAVORI PUBBLICI**

SOGGETTO DELEGATARIO:



PROGETTAZIONE:



**S.p.A. AUTOVIE VENETE**

34123 TRIESTE - Via V. Locchi, 19 - tel. 040/3189111  
 Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento da parte di  
 Friulia S.p.A. - Finanziaria Regionale Friuli-Venezia Giulia

CONCESSIONARIA AUTOSTRADE  
 A4 VENEZIA - TRIESTE  
 A23 PALMANOVA - UDINE  
 A28 PORTOGRUARO - CONEGLIANO

**COLLEGAMENTO TRA LA S.S. 13 PONTEBBANA E LA A23  
 TANGENZIALE SUD DI UDINE (II LOTTO)**

**AGGIORNAMENTO PROGETTO DEFINITIVO dd.14.12.2006**

VIABILITA'

Relazione tecnica

TEMATICA

**E**

N. ALLEGATO e SUB.ALL.

**01.00 .0.0**

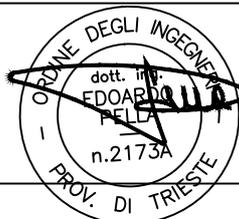
REV.	DATA	DESCRIZIONE	SD REDATTO	SD VERIFICATO	EP APPROVATO
3					
2					
1					
0	30.08.2012	EMISSIONE			

COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE GENERALE:

S.p.A. AUTOVIE VENETE :

dott. ing. Edoardo PELLA

dott. ing. Stefano DI SANTOLO



IL CAPO COMMESSA:

dott. ing. Edoardo PELLA

IL DIRETTORE DELL'AREA OPERATIVA:

dott. ing. Enrico RAZZINI

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:

Viabilità' :

dott. ing. Stefano DI SANTOLO

dott. ing. Andrea CAMPANELLA



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

NOME FILE:  
1207E0100000.pdf

DATA PROGETTO:  
30.08.2012

312TN | 12 | 07 | 0  
 CODICE MASTRO ANNO N.PROGETTO REVISIONE

# **REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA**

*DIREZIONE CENTRALE INFRASTRUTTURE, MOBILITA',  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LAVORI PUBBLICI*

## **COLLEGAMENTO TRA LA S.S. 13 PONTEBBANA E LA A23 TANGENZIALE SUD DI UDINE (II LOTTO)**

**AGGIORNAMENTO PROGETTO DEFINITIVO d.d. 14.12.2006**

**VIABILITA'**

**Relazione tecnica**

## SOMMARIO

<b>1. Generalità</b> .....	4
1.1. Quadro normativo di riferimento.....	4
<b>2. Asse principale</b> .....	5
2.1. Il tracciato .....	5
2.2. Le sezioni tipo .....	6
2.3. La sovrastruttura.....	8
2.4. Verifiche normative.....	9
<b>3. Le intersezioni</b> .....	10
3.1. Gli svincoli .....	10
3.2. Le rotatorie .....	11
3.3. Le sezioni tipo .....	13
3.4. La sovrastruttura.....	15
3.5. Verifiche normative.....	15
3.5.1. Svincolo con la S.S. n° 13 "Pontebbana" .....	16
3.5.2. Svincolo con la S.P. n° 10 "del Medio Friuli" .....	19
3.5.3. Svincolo con la S.P. n° 89 "di Campofornido" .....	20
3.5.4. Svincolo con la S.S. n° 353 .....	21
3.5.5. Svincolo tra la Variante S.P. n° 89 e la S.S. n° 13 "Pontebbana" .....	23
<b>4. Le varianti alla viabilità ordinaria</b> .....	26
4.1. Generalità .....	26
4.2. Le sezioni tipo .....	26
4.3. La sovrastruttura.....	27
4.4. Verifiche normative.....	28
4.4.1. Variante Strada Comunale Basagliapenta-Nespolo (asse n° 6).....	29
4.4.2. Variante Strada Provinciale n° 61 (asse n° 13) .....	30
4.4.3. Variante Strada Provinciale n° 10 (assi n° 14-15).....	31
4.4.4. Variante Strada Provinciale n° 95 "del Madrisio" (asse n° 9).....	33
4.4.5. Variante Strada Comunale Lestizza-Orgnano (asse n° 17) .....	35
4.4.6. Variante Strada Comunale Carpeneto-Orgnano (asse n° 24).....	37
4.4.7. Variante Strada Provinciale n° 89 "di Basaldella" (asse n° 25).....	39
ALLEGATO 1 : Tabelle verifiche normative .....	42
ALLEGATO 2 : Calcolo prestazioni operative rotatorie .....	60

## **1. Generalità .**

La presente relazione descrive gli elementi e i principi normativi alla base della progettazione del collegamento tra la S.S. n. 13 “Pontebbana” e l’autostrada A23 (Tangenziale Sud di Udine), delle relative intersezioni e delle varianti alla viabilità ordinaria interferente.

### *1.1. Quadro normativo di riferimento*

La progettazione è stata effettuata nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade”;
- D.M. 22 aprile 2004 n. 67/s – Modifica del D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade”;
- D.L.vo 30.04.1992 n.285 “Nuovo codice della strada” ;
- D.P.R. 16.12.1992 n.495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada” s.m.i.;
- D.M. 21.06.2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.

Per quanto riguarda le intersezioni si è fatto riferimento al D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, nei limiti consentiti dall’art. 2 comma 4, in quanto la redazione del Progetto Definitivo d.d. 14.12.2006 (di cui la presente stesura rappresenta l’aggiornamento) è avvenuta antecedentemente alla sua entrata in vigore.

Per quanto riguarda le varianti alla viabilità ordinaria interferente, la presente relazione viene redatta in base all’art. 4 del D.M. 22 aprile 2004 n. 67/s.

## 2. *Asse principale*

### 2.1. *Il tracciato*

L'asse principale del 2° Lotto della Tangenziale sud di Udine ha uno sviluppo complessivo pari a 13.201,32 metri a partire dalla progressiva Km 113+645 circa della S.S. n° 13 "Pontebbana" sulla quale si attesta diventandone variante, per terminare sul corpo centrale dello svincolo a quadrifoglio con la Tangenziale ovest, facente parte del 1° Lotto già eseguito.

Gli allegati grafici di progetto descrivono esaurientemente lo sviluppo della Tangenziale, degli svincoli e dei collegamenti, e danno altresì indicazione delle sezioni tipo adottate di cui si tratterà in seguito e a cui si rimanda per una lettura di dettaglio.

Il tracciato d'asse è caratterizzato da una successione di ampie curve e di rettifili con raggi planimetrici compresi tra un valore minimo di 900 e massimo di 3500 m., caratterizzate da geometrie di raccordo a curvatura variabile tra archi di cerchio e rettifili secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Dal punto di vista altimetrico, la pendenza longitudinale si mantiene lungo l'intero sviluppo entro valori inferiori al 4,00 %, con un valore medio pari a 0,23 %.

Dando prosecuzione in variante alla S.S. n° 13 ad ovest di Basagliapenta, il tracciato si svincola dalla strada statale esistente mediante un'intersezione a quattro braccia a due livelli, oltrepassando la rotatoria di interscambio posizionata a piano campagna mediante un viadotto a 3 campate e proseguendo in rilevato di modesta altezza sino alla progressiva Km 2+320; successivamente il tracciato entra in trincea per poi sollevarsi tra le progressive Km 4+800 e Km 5+350 in corrispondenza dell'intersezione a quattro braccia a due livelli (analoga alla soluzione utilizzata per lo svincolo con la S.S. n° 13) con circolazione a rotatoria sulla direttrice di gerarchia inferiore (S.P. n° 10 "del Medio Friuli"), superata mediante un viadotto a 3 campate. Il tracciato ritorna poi in trincea per una lunghezza pari a circa 1,0 Km., esce in rilevato per una lunghezza di 1,6 Km. per rientrare in trincea successivamente e per breve tratto sottopassando con una galleria artificiale la S.P. n° 89 "di Campoformido", con la quale si interconnette mediante lo svincolo di Campoformido a quattro braccia e 2 livelli, con rotatoria di interscambio posizionata a piano campagna.

Dall'uscita dalla trincea sino alla fine del lotto, l'asse prende progressivamente quota sul piano campagna attraversando il paleoalveo e l'alveo attivo del torrente Cormor mediante tratti alternati in rilevato e in viadotto e successivamente la S.R. n° 353,

collegata all'asse principale mediante uno svincolo a quattro braccia e 2 livelli con rotatoria di interscambio posizionata a piano campagna, mediante un viadotto a 3 campate.

Superata l'Autostrada A23 con un doppio manufatto di lunghezza pari a 260 metri, il tracciato si inserisce sul tronco in rilevato della Tangenziale facente parte del 1° Lotto stralcio in corrispondenza del sovrappasso dello svincolo a quadrifoglio sulla Tangenziale ovest.

In assoluto, il tracciato si sviluppa sostanzialmente in salita procedendo verso Udine con un recupero di dislivello di circa 30 metri tra la S.S. n° 13 "Pontebbana" in località Basagliapenta e l'interconnessione con l'autostrada A23.

La progettazione del profilo d'asse abbinata alla configurazione planimetrica della Tangenziale ha tenuto conto - per quanto tecnicamente possibile ed in modo coordinato - di tutte le problematiche connesse alla gestione ed all'utilizzo del territorio attraversato, cercando, anche sulla scorta delle risultanze dello Studio di Valutazione di Impatto Ambientale, di contenere l'impatto dell'opera su un ambiente in cui è predominante la componente agricola.

Anche in seguito alle richieste dei Comuni attraversati dall'opera, il progetto prevede la realizzazione di tratti in trincea (la cui incidenza sulla lunghezza complessiva del tracciato è pari al 36 %) e, ove possibile, il contenimento della quota del profilo sul piano campagna al fine di mitigare l'effetto barriera.

Lungo tutto lo sviluppo della Tangenziale è prevista la realizzazione di piazzole di sosta di emergenza poste ogni chilometro circa su entrambi i lati in maniera simmetrica. La regolamentazione degli accessi prevista dal Codice della Strada per ragioni di sicurezza, ha imposto la previsione di una doppia viabilità laterale di servizio per l'accesso ai fondi.

## *2.2. Le sezioni tipo*

La sezione tipo è quella corrispondente al tipo C1 del D.M. 05.11.2001 ed è costituita da una carreggiata a due corsie da m. 3,75 affiancate da due banchine pavimentate da m. 1,50 ciascuna, con una larghezza complessiva della sovrastruttura pari a m. 10,50, mentre la piattaforma da ciglio a ciglio, completata da due arginelli in terra da m. 1,50, risulta di m. 13,50.

Sulle opere d'arte, esternamente alla carreggiata sono previsti due marciapiedi rialzati protetti da barriere di sicurezza metalliche, della larghezza di m. 1,70 e m. 2,50 (ove si preveda l'eventuale installazione delle barriere antirumore).

La transizione dalla sezione tipo C1 alla sezione terminale del I Lotto (sezione tipo III secondo le norme CNR 78/80) avviene mediante la creazione di uno spartitraffico centrale a partire dalla progressiva 12+600, costituito da due barriere monofilari posizionate ad un interasse di 3,00 metri e da due banchine pavimentate interne di larghezza pari a 0,50 metri, che proseguono lungo il viadotto sull'Autostrada A23 sino a raccordarsi con la barriera centrale esistente.

Sui viadotti sull'autostrada A23 la fascia spartitraffico centrale è sostituita dai cordoli interni dei due impalcati, di larghezza pari a 0,70 metri, mentre l'interspazio tra i due manufatti è chiuso da un grigliato metallico orizzontale, al fine di prevenire le cadute accidentali.

In corrispondenza agli svincoli le corsie sono affiancate da corsie specializzate di immissione e diversione, le cui caratteristiche geometriche e funzionali sono illustrate nel capitolo relativo agli svincoli.

Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio.

Le scarpate sia in rilevato che in trincea hanno una pendenza di 2/3, ed è prevista la realizzazione di due fossi laterali per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale e dalle scarpate nei tratti in scavo.

In corrispondenza agli svincoli con la S.S. n. 13 a Basagliapenta, con la S.P. n. 10 e con la S.R. n. 353 è prevista la realizzazione di muri in terra armata a sostegno del corpo stradale nei tratti in adiacenza alle rampe di svincolo, mentre in corrispondenza allo svincolo di Campoformido è prevista la realizzazione di scarpate in terra verde rinforzata.

Sui piani di posa dei rilevati è previsto un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto. Le sezioni in trincea non necessitano di particolari tecniche di intervento, stante la natura ghiaiosa dei terreni in situ.

Lungo l'intera estensione dell'asta si prevede il posizionamento di una barriera metallica di sicurezza, per le cui caratteristiche si rimanda all'apposita relazione tecnica.

Come accennato nel capitolo precedente, lungo tutto lo sviluppo della Tangenziale (ed in parte anche dei collegamenti) è prevista la realizzazione di due strade laterali parallele di servizio e di accesso ai terreni agricoli, di larghezza pari a m. 4,00, con sovrastruttura costituita da detriti di cava e ghiaia mista, provviste di fossetto di guardia opportunamente tombinato in corrispondenza degli accessi alle proprietà.

Per i dettagli si rimanda ai rispettivi elaborati grafici (1207E0801100 e 1207E0801200).

### 2.3. La sovrastruttura

Per il dimensionamento della sovrastruttura si è utilizzato il Catalogo delle pavimentazioni stradali (C.N.R. 178/1995) nelle seguenti ipotesi:

TGM previsto : 15000 veic.eq./giorno

% passaggi veicoli commerciali : 10 %

anni durata struttura : 20

Considerando un numero di giorni lavorativi in un anno pari a 300, il numero di passaggi di veicoli commerciali nel corso della durata prevista della struttura è pari a:

$$15000 * 0,10 * 300 * 20 = 9.000.000$$

In base ai valori ricavati dalla scheda di catalogo n. 3SR relativa alle strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico si ricava, per un modulo di sottofondo pari a  $90 \text{ N/mm}^2$  e per un numero di passaggi pari a 10.000.000 veicoli commerciali, la seguente conformazione della sovrastruttura:

- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato naturalmente dello spessore di cm. 20;
- strato di fondazione in misto cementato dello spessore di cm. 25;
- strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore finito di cm. 10;
- strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso dello spessore finito di cm. 7;
- tappeto di usura del tipo DDL drenante e fonoassorbente dello spessore finito di cm. 5;

per uno spessore totale di cm. 67.

La pavimentazione sugli impalcati, oltre all'eventuale imbottitura di risagomatura in conglomerato bituminoso tipo binder, è costituita da una strato di binder dello spessore di cm 5, e dal tappeto di usura del tipo DDL drenante e fonoassorbente dello spessore finito di cm. 5.

#### 2.4. Verifiche normative

Le verifiche normative sono riportate nell'Allegato 1 alla presente relazione: dato che  $R_{\min} = 900 \text{ m.} > R^* = 437 \text{ m.}$ , la velocità di progetto  $V_p$  lungo l'asse è costante e pari a 100 km/h.

La valutazione delle distanze di arresto per le verifiche di visibilità è stata effettuata mediante la seguente formulazione:

$$D_a = 0,78 \cdot V - 0,0028 \cdot V^2 + \frac{V^2}{254 \cdot (f_e \pm i)}$$

Dove  $V = V_p = 100 \text{ km/h}$  è la velocità di progetto,  $f_e$  rappresenta il coefficiente di aderenza equivalente variabile con la velocità e  $i$  la pendenza longitudinale. I valori così determinati sono stati calcolati ad intervalli di 10 metri in base al diagramma delle velocità e risultano in buon accordo con la tabella di Fig. 5.1.2.c del D.M. 5 novembre 2001.

I valori delle distanze di arresto così calcolate, delle distanze di visibilità disponibili e dell'allargamento del bitumato eventualmente richiesto per garantire la distanza di visibilità per l'arresto e i relativi diagrammi sono riportati nell'elaborato 1207E0300000.

### 3. *Le intersezioni*

#### 3.1. *Gli svincoli*

Nel Lotto in esame le connessioni con la viabilità ordinaria sono quattro:

- la prima connessione, sulla S.S. n° 13 consente - stante la continuità della statale nella Tangenziale - tutte le manovre di interscambio nelle diverse direzioni; compresa quella da Basagliapenta verso Udine utilizzabile per l'accesso alla Tangenziale dalle zone industriali di Basiliano o dai Comuni a nord della S.S. n° 13 che accedono alla statale tra Basagliapenta e Campoformido. Dal punto di vista funzionale, l'intersezione è del tipo a tre braccia, a due livelli, con circolazione a rotatoria sulla via di gerarchia inferiore: l'asse principale sovrappassa la rotatoria posta a piano campagna mediante un manufatto a 3 luci. La larghezza delle opere in rilevato in accosto al manufatto di scavalco viene minimizzata mediante la realizzazione di muri di sostegno in terra armata;
- la seconda connessione materializza il collegamento con la provinciale n° 95 "del Ponte di Madrisio" proveniente dall'area sud-occidentale dell'Udinese e dalle zone industriali lungo la S.R. n° 252, nonché dal Portogruarese, e con la provinciale n° 10 "del Medio Friuli". Lo svincolo proposto nel complesso si articola su un sistema costituito da un'intersezione del tipo a quattro braccia, a due livelli, con circolazione a rotatoria sulla via di gerarchia inferiore, che connette la Tangenziale Sud e la S.P. n° 10, e da due rotatorie delle quali la prima raccoglie il traffico proveniente dalla S.P. n° 10 per distribuirlo lungo la S.P. n° 95 "del Madrisio" e la S.C. Lestizza-Orgnano e la seconda distribuisce i flussi tra la S.P. n° 10 e la S.P. n° 61 "di Bertiole". L'asse principale sovrappassa la rotatoria posta a piano campagna mediante un manufatto a 3 luci; la larghezza delle opere in rilevato in accosto al manufatto di scavalco sulla rotatoria di svincolo con la Tangenziale Sud viene minimizzata mediante la realizzazione di muri di sostegno in terra armata;
- la terza connessione consente l'interscambio con la S.P. n° 89 "di Basaldella" e con la S.S. n° 13 in prossimità dell'abitato di Campoformido e rappresenta il primo nodo di accesso all'area urbana di Udine. Il collegamento nel complesso è costituito da un'intersezione del tipo a quattro braccia, a due livelli, con circolazione a rotatoria sulla via di gerarchia inferiore, che connette la Tangenziale Sud alla S.P. n° 89 "di Basaldella", e da un'intersezione del tipo a trombetta tra la Variante della S.P. n° 89 e la S.S. n° 13, che permette tre delle quattro manovre di scambio tra le arterie in argomento, mentre il collegamento tra la S.S. n° 13 per i flussi provenienti da Pordenone in direzione della S.P. n° 89 viene assicurato mediante un'immissione dall'attuale tracciato della S.P. n° 89. La connessione tra le due intersezioni è

costituito dalla citata Variante alla S.P. n° 89, per la cui descrizione si rimanda al relativo paragrafo. L'asse principale sottopassa la rotatoria di svincolo posta a piano campagna mediante una galleria artificiale, mentre la larghezza dell'area di scavo in corrispondenza della trincea in approccio al manufatto viene minimizzata mediante la sistemazione delle superfici in trincea mediante terre verdi rinforzate;

- la quarta connessione è quella con la S.R. n° 353 tra Terenzano e Zugliano in Comune di Pozzuolo del Friuli, costituita da un'intersezione del tipo a quattro braccia, a due livelli, con circolazione a rotatoria sulla via di gerarchia inferiore. L'asse principale sovrappassa la rotatoria posta a piano campagna mediante un manufatto a 3 luci; la larghezza delle opere in rilevato in accosto al manufatto di scavalco sulla rotatoria di svincolo con la Tangenziale Sud viene minimizzata mediante la realizzazione di muri di sostegno in terra armata.

Il collegamento con la Tangenziale Ovest di Udine in corrispondenza della fine intervento comporta, infine, il completamento dello svincolo a quadrifoglio consistente nella realizzazione delle due rampe dirette Tangenziale Ovest (dir. Udine) – Tangenziale Sud (dir. Pordenone) e Tangenziale Sud (dir. Pordenone) – Tangenziale Ovest (dir. casello A23).

### *3.2. Le rotatorie*

Il progetto in esame prevede la realizzazione di sei nuove rotatorie (quattro lungo l'asse principale in corrispondenza degli svincoli con la viabilità ordinaria, e due rispettivamente in corrispondenza delle intersezioni tra le varianti alla S.P. 10 e alla S.P.61, e tra le varianti alla S.P. 10 e alla S.P. 95).

Rotatoria sullo svincolo con la S.S. 13: è caratterizzata da valori del raggio esterno pari a 30,00 m (misurato sulla linea bianca esterna) e dell'anello interno pari a 7,00 m, completato in sinistra e in destra da una banchina pavimentata di larghezza pari a rispettivamente 1,00 m e 1,50 m.. La pendenza trasversale è pari a 2,5% verso l'esterno. Le geometrie dei bracci di ingresso e di uscita, nonché la forma delle isole spartitraffico sono ottimizzate per favorire i veicoli in ingresso e favorire l'uscita dall'anello, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, con valori del raggio della corsia in ingresso rotatoria (misurati sulla linea bianca interna) pari a 20 m e in uscita rotatoria pari a 30 m.. La larghezza della piattaforma stradale per le corsie in ingresso e uscita dalla rotatoria è pari a 6,50 m (composta da banchina interna 1,00 m, corsia 4,00 m, banchina esterna 1,50 m), mentre per il braccio di collegamento tra la rotatoria e la S.S. 13 è pari a 6,00 m (composta da banchina interna 0,75 m, corsia 3,75 m, banchina esterna 1,50 m): per agevolare le manovre dei mezzi in uscita dalla rotatoria verso la S.S. 13, la

relativa corsia ha una larghezza pari a 4,50 m, restringendosi lungo il raccordo fino alla larghezza di 3,75 m. I bracci in ingresso e in uscita dalla rotatoria presentano una pendenza trasversale del 2,50% verso l'esterno.

Rotatoria sullo svincolo con la S.P. 10: presenta le medesime caratteristiche e dimensionali della rotatoria sulla S.S. 13, differenziandosi geometricamente da essa per il numero dei bracci (quattro anziché tre) e per l'angolo di inclinazione fra gli assi dei rami confluenti (S.P. n° 10). Di conseguenza i raggi dei bracci di uscita dalla rotatoria verso le rampe monodirezionali (misurati sulla linea bianca interna) sono stati opportunamente ridotti a 26,00 m. (corrispondente ad un raggio sulla linea bianca esterna pari a 30,00 m.), consentendo quindi un'agevole manovra in uscita dalla rotatoria. I bracci di collegamento con la S.P.10 in entrata (composti da banchina interna di 0,75 m, corsia di 3,50 m., banchina esterna 1,25 m.) presentano una larghezza costante in entrata pari a 5,50 m., mentre in uscita dall'anello la larghezza della corsia è pari a 4,00m., restringendosi lungo il raccordo fino alla larghezza di 3,50 m. (larghezza corsia strada tipo C2).

Rotatoria sullo svincolo con la S.P 89: è caratterizzata da valori del raggio esterno pari a 35,00 m (misurato sulla linea bianca esterna) e dell'anello interno pari a 7,00 m, completato in sinistra e in destra da una banchina pavimentata di larghezza pari a rispettivamente 1,00 m e 1,50 m.. La pendenza trasversale è pari a 2,5% verso l'esterno. Il raggio dei bracci in ingresso è pari a 20 m., mentre il raggio dei bracci in uscita è pari o superiore al raggio esterno della rotatoria, pari a 35 m. La larghezza dei bracci in entrata è costante e pari a 6,50 m per le rampe monodirezionali (banchina interna 1,00 m, corsia 4,00 m, banchina esterna 1,50 m) e pari a 5,50 m per il collegamento con la S.P. 89 (banchina interna 0,75 m, corsia 3,50 m, banchina esterna 1,25 m). I bracci di uscita presentano una larghezza costante per le rampe monodirezionali (6,50 m.), mentre per i bracci di collegamento con la S.P. 89 in uscita dall'anello la larghezza della corsia è pari a 4,00 m., restringendosi lungo il raccordo fino alla larghezza di 3,50 m. (larghezza corsia strada tipo C2).

Rotatoria sullo svincolo con la S.R 353: è caratterizzata da valori del raggio esterno pari a 30,00 m (misurato sulla linea bianca esterna) e dell'anello interno pari a 7,00 m, completato in sinistra e in destra da una banchina pavimentata di larghezza pari a rispettivamente 1,00 m e 1,50 m.. La pendenza trasversale è pari a 2,5% verso l'esterno. Il raggio dei bracci in ingresso è pari a 20 m., mentre il raggio dei bracci in uscita è uguale al raggio esterno della rotatoria, pari a 30 m.. La larghezza dei bracci in entrata è costante e pari a 6,50 m per le rampe monodirezionali (banchina interna 1,00 m, corsia 4,00 m, banchina esterna 1,50 m) e a 5,50 m per i bracci di collegamento con la S.R. 353 (banchina interna 0,75 m, corsia 3,50 m, banchina esterna 1,25 m). La larghezza dei bracci in uscita è costante e pari a 6,50 m. per le rampe monodirezionali, mentre

presenta una larghezza variabile tra 4,00 m. e 3,50 m. per i bracci di collegamento con la S.R. 353.

Rotatorie tra la variante alla S.P. 10 e alla S.P.61 e tra la variante alla S.P. 10 e alla S.P. 95: il raggio esterno (misurato sulla linea bianca esterna) delle rotatorie è pari a 25,00 m., mentre la piattaforma stradale è costituita da un anello di larghezza pari a 7,00 m. completato da banchine pavimentate in sinistra e in destra di larghezza pari rispettivamente a 0,75 m. e 1,50m.. La pendenza trasversale è pari a 2,5% verso l'esterno. Il raggio dei bracci in ingresso è pari a 20 m mentre il raggio dei bracci in uscita è uguale al raggio esterno della rotatoria, pari a 25 m. La larghezza dei bracci in entrata è costante e pari a 5,50 m. (banchina interna 0,75 m, corsia 3,50 m, banchina esterna 1,25 m), mentre per le varianti alla S.P. 61 e alla S.C. "Lestizza – Orgnano" (la cui semicarreggiata è costituita da una corsia di 3,25 m affiancata da una banchina di 1,00 m), i bracci di entrata si allargano gradualmente fino alla larghezza di 3,50 m per la corsia e di 1,25 m. per la banchina in destra. I bracci in uscita presentano una larghezza variabile tra 4,00 m. (in uscita dall'anello) e 3,50 m o 3,25 m (in dipendenza dalla categoria della strada afferente alla rotatoria).

### *3.3. Le sezioni tipo*

Svincoli asse principale: la sezione tipo delle rampe unidirezionali di svincolo dell'asse principale prevede una carreggiata da m. 4,00 affiancata da due banchine pavimentate da m. 1,50 (in destra) e m. 1,00 (in sinistra), per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a m. 6,50; nel margine esterno sinistro (di larghezza pari a 60 cm.) trova sede un dispositivo di ritenuta del tipo new-Jersey in calcestruzzo a protezione del paramento in terra armata (ove presente), mentre i margini esterni sono costituiti da un arginello in terra da m. 1,50.

Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio.

Le scarpate in rilevato hanno una pendenza di 2/3, ed è prevista la realizzazione di due fossi laterali per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale.

Sui piani di posa dei rilevati è previsto un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto.

Svincolo Variante S.P. n° 89 – S.S. n° 13: la sezione tipo delle rampe unidirezionali di svincolo prevede una carreggiata da m. 4,00 affiancata da due banchine pavimentate

da m. 1,00, per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a m. 6,00; i margini esterni sono costituiti da un arginello in terra da m. 1,25.

Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio.

Le scarpate in scavo e in rilevato hanno una pendenza di  $2/3$  ( $1/2$  nel tratto in cui è previsto l'impiego di terre verdi rinforzate), ed è prevista la realizzazione di due fossi laterali drenanti per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale.

Sui piani di posa dei rilevati è previsto un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto.

Rotatorie di svincolo: la sezione tipo delle rotatorie di svincolo prevede una carreggiata di 7,00 m affiancata da una banchina interna pavimentata di 1,00 m ed una esterna di 1,50 m. i margini esterni sono costituiti da un arginello in terra da 1,50 m, mentre quelli interni da uno di 2,00 m. Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio. Le scarpate in scavo e in rilevato hanno una pendenza di  $2/3$ , ed è prevista la realizzazione di un fosso laterale drenante per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale. Sul margine dell'isola centrale della rotatoria è inoltre prevista la realizzazione di un fosso drenante per lo smaltimento delle acque piovane raccolte nell'isola stessa.

Sui piani di posa dei rilevati è previsto un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto.

Rotatorie sulla viabilità secondaria: la sezione tipo delle rotatorie prevede una carreggiata di 7,00 m affiancata da una banchina interna pavimentata di 0,75 m ed una esterna di 1,50 m. i margini esterni sono costituiti da un arginello in terra da 1,25 m, mentre quelli interni da uno di 2,00 m. Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio. Le scarpate in scavo e in rilevato hanno una pendenza di  $2/3$ , ed è prevista la realizzazione di un fosso laterale drenante per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale. Sul margine dell'isola centrale della rotatoria è inoltre prevista la realizzazione di un fosso drenante per lo smaltimento delle acque piovane raccolte nell'isola stessa.

Sui piani di posa dei rilevati è previsto un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto.

Per i dettagli grafici si rimanda all' elaborato 1207E0803000.

### 3.4. La sovrastruttura

Per le rampe unidirezionali e per le rotatorie di svincolo dell'asse principale si è utilizzata la conformazione prevista per l'asse principale, di spessore totale pari a 67 cm.; per le rampe unidirezionali di svincolo per la Variante S.P. n° 89 – S.S. n° 13 unidirezionali e per le restanti rotatorie si è utilizzata la conformazione prevista per la viabilità ordinaria, di spessore totale pari a 49 cm..

### 3.5. Verifiche normative

Nel dimensionamento degli elementi relativi alle intersezioni si è fatto riferimento al D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, nei limiti consentiti dall'art. 2 comma 4, in quanto la redazione del Progetto Definitivo d.d. 14.12.2006 (di cui la presente stesura rappresenta l'aggiornamento) è avvenuta antecedentemente alla sua entrata in vigore.

L'asse di tracciamento è stato posizionato sulla linea bianca interna.

La valutazione delle distanze di arresto per le verifiche di visibilità è stata effettuata mediante la seguente formulazione:

$$D_a = 0,78 \cdot V - 0,0028 \cdot V^2 + \frac{V^2}{254 \cdot (f_e \pm i)}$$

$$D_a = 0,78 \cdot (40/3,6) - 0,0028 \cdot (40/3,6)^2 + \frac{(40/3,6)^2}{254 \cdot (0,47 - 0,08)} = 42,87 \text{ m.}$$

Dove:  $V = V_p = 40 \text{ km/h}$  : velocità di progetto

$f_e = 0,47$  : coefficiente di aderenza equivalente

$i = -0,08$  : pendenza longitudinale max sulle rampe

Tale valore viene confrontato con il valore minimo della distanza di visibilità sulle rampe di svincolo (svincolo S.S.13 - asse Y – corsia da Tangenziale Sud a S.S. 13):

$$D_{vis} = 55,97 \text{ m.}$$

In base a tali risultanze, il valore delle distanza di arresto calcolata è quindi sempre inferiore delle distanze di visibilità disponibili lungo le rampe di svincolo in oggetto.

Per quanto riguarda le rotatorie, nell'allegato 2 sono riportate le verifiche di capacità, tempo medio di attesa, lunghezza delle code e livelli di servizio: le verifiche sono state effettuate per la rotatoria di svincolo sulla S.R. n° 353, in quanto, a parità di caratteristiche geometriche, essa risulta sottoposta ai massimi valori dei flussi entranti nelle ore di punta.

Le verifiche sono state effettuate con il programma Kreisel versione 6.1.5., utilizzando la procedura secondo HBS 2001: i flussi in ingresso sono state ricavati dallo Studio previsionale dei flussi di traffico e dai relativi grafi (Elab. della serie S.02.01.), ipotizzando una matrice di distribuzione del traffico passante e in ingresso sui vari rami tale da equilibrare i flussi lungo l'asse principale.

#### 3.5.1. Svincolo con la S.S. n° 13 "Pontebbana"

Le rampe monodirezionali in uscita e sono costituite da quattro tratti ben distinti: un primo tratto ad "ago" della lunghezza di 75 m (valore previsto per una  $V_p$  dell'arteria principale pari a 100 km/h) che permette l'uscita dei veicoli dalla corrente di traffico principale, un secondo tratto che permette la decelerazione del veicolo dalla  $V_p$  di 100 km/h alla  $V_p$  di 40 km/h tenendo conto di una decelerazione pari a  $2,0 \text{ m/s}^2$ , dimensionato nell'ipotesi che la decelerazione inizi a metà del tratto "ad ago"), un terzo tratto costituito da un flesso formato da due archi di cerchio a contatto di raggio pari a 500 m necessario alla creazione dello spazio destinato alla realizzazione delle terre armate di sostegno della piattaforma principale e al posizionamento del profilo ridirettivo sulla rampa di discesa e infine un quarto tratto costituito dalla rampa di discesa che si immette nella rotatoria di svincolo.

Per quanto riguarda il terzo tratto costituito dal flesso è stato ipotizzato, per motivi di sicurezza, che il veicolo tipo percorra i due archi di cerchio ad una velocità di progetto costante pari a 40 km/h. Tale velocità risulta, infatti, quella che l'utente può mantenere in sicurezza per percorrere il flesso anche nel tratto in contropendenza (2,5%). Tale ipotesi progettuale richiede l'introduzione di un limite di velocità di 40 km/h prima del flesso. La pendenza trasversale del flesso è stata mantenuta per tutto il tratto ad un valore pari a quello della carreggiata dell'asse principale.

Le rampe sono state dimensionate per una velocità di progetto di 40 km/h e sono costituite da un raccordo convesso di raggio pari a 2000 m., da un tratto a pendenza costante del 5% e da un raccordo concavo di 1000 m di raggio. Prima dell'ingresso in rotatoria è stato previsto un tratto di lunghezza pari a circa 20 m. a pendenza longitudinale nulla in modo da facilitare l'approccio del veicolo alla rotatoria e ricavare un adeguato spazio di accumulo in condizioni di sicurezza per eventuali veicoli in coda.

Per quanto riguarda le rampe monodirezionali in entrata, sono costituite da un primo tratto avente origine sulla rotatoria di svincolo di circa 20 m a pendenza nulla, da un secondo tratto composto da un raccordo concavo di raggio pari a 1000 m., da un terzo tratto a pendenza longitudinale costante pari a 5% e infine da un quarto tratto costituito da un raccordo convesso di raggio pari a 2000 m. L'affiancamento della rampa alla carreggiata principale avviene mediante l'introduzione di un flesso costituito da due archi di cerchio a contatto di 500 m di raggio. La corsia di accelerazione è completata da un tratto parallelo e da un ago di chiusura di 75 m. La lunghezza della corsia di accelerazione è stata calcolata ipotizzando che il veicolo debba passare da una velocità di 40 km/h (velocità in uscita dalla rampa) ad una velocità di 80 km/h (pari all'80% della  $V_p$  dell'arteria principale) con un valore dell'accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ .

Per quanto riguarda il dimensionamento trasversale le corsie di decelerazione e di immissione hanno una larghezza pari a 3,75 m con una banchina pavimentata in destra pari a 1,5 m. Le rampe di discesa alla rotatoria e di salita alla carreggiata principale hanno invece una sezione costituita da una banchina pavimentata in sinistra da 1,00 m, da una corsia di marcia da 4,00 m e da una banchina pavimentata in destra da 1,5 m, per un totale bitumato pari a 6,50 m. Il passaggio della larghezza della corsia di marcia da 3,75 m a 4,00 m avviene in entrambi i casi con una variazione lineare lungo il flesso. Gli elementi marginali della piattaforma stradale sono costituiti per entrambe le piste da un arginello da 1,50 m e da un profilo ridirettivo da 50 cm posizionato lungo le rampe tra il limite bitumato delle rampe stesse e il paramento in terra armata a sostegno della piattaforma principale.

Di seguito si riportano i valori dei principali elementi geometrici risultanti dalla progettazione delle corsie specializzate di svincolo e delle relative rampe di discesa alla rotatoria sottostante o di salita verso l'asse principale.

Piste di decelerazione:

- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h)
- Corsia di decelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 125 m necessario per passare da una  $V_p$  di 100 km/h ad una  $V_p$  di 40 km/h con una decelerazione di  $2 \text{ m/s}^2$  (considerando anche metà del tratto di immissione  $75/2= 37,5\text{m}$ , quindi lo spazio totale di decelerazione è pari a  $125+37,5=162\text{m}$ )
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (percorso a velocità costante di 40 km/h).Lunghezza approssimativa di 115m.
- Rampa di discesa con raggio convesso di 2000 m e raggio concavo di 1000 m, pendenza massima della livellette del 5% e lunghezza pari a 234 m.
- tratto a pendenza longitudinale costante in ingresso rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.

Piste di accelerazione:

- tratto a pendenza longitudinale costante in uscita rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.
- Rampa di salita progettata con raggio concavo di 1000 m e raggio convesso di 2000 m, pendenza massima della livellette del 5% e lunghezza approssimativa pari a 225 m e 236m.
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ ; velocità di uscita dal flesso pari a circa 80 km/h); lunghezza pari a 100 m. e 122 m..
- Corsia di accelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 185 m. necessario per passare da una velocità di 40 km/h ad una  $V_p$  di immissione di 80 km/h con una accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ .
- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h).

### 3.5.2. Svincolo con la S.P. n° 10 "del Medio Friuli"

Per le caratteristiche geometriche generali delle rampe di svincolo si veda il punto 3.5.1..

Di seguito si riportano i valori dei principali elementi geometrici risultanti dalla progettazione delle corsie specializzate di svincolo e delle relative rampe di discesa alla rotatoria sottostante o di salita verso l'asse principale.

#### Piste di decelerazione:

- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h)
- Corsia di decelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 125 m. necessario per passare da una  $V_p$  di 100 km/h ad una  $V_p$  di 40 km/h con una decelerazione di  $2 \text{ m/s}^2$  (considerando anche metà del tratto di immissione  $75/2 = 37,5 \text{ m.}$ , quindi lo spazio totale di decelerazione è pari a  $125 + 37,5 = 162 \text{ m.}$ )
- Flesso con due curve di raggio 500 m. a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (percorso a velocità costante di 40 km/h). Lunghezza approssimativa di 100m.
- Rampa di discesa con raggio convesso di 2000 m. e raggio concavo di 1000 m., pendenza massima della livellette del 5% e lunghezza pari a 237,50 m. e 244.50 m..
- tratto a pendenza longitudinale costante in ingresso rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.

#### Piste di accelerazione:

- tratto a pendenza longitudinale costante in uscita rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.
- Rampa di salita progettata con raggio concavo di 1000 m. e raggio convesso di 2000 m., pendenza massima della livelletta del 5% e lunghezza approssimativa pari a 236 m. e 237 m.
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ ; velocità di uscita dal flesso pari a circa 80 km/h); lunghezza di 98 m. e 100 m..
- Corsia di accelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 185 m. necessaria per passare da una velocità di 40 km/h ad una  $V_p$  di immissione di 80 km/h con una accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ .

- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h).

### 3.5.3. Svincolo con la S.P. n° 89 "di Campoformido"

A differenza degli svincoli sulla S.S.13 e sulla S.P.10, nello svincolo in questione l'asse principale sottopassa la rotatoria di svincolo posta a piano campagna mediante una galleria artificiale, mentre la larghezza dell'area di scavo in corrispondenza della trincea in approccio al manufatto viene minimizzata mediante la sistemazione delle superfici in trincea di terre verdi rinforzate (con pendenza di 2/1 e banchetta intermedia). Per quanto riguarda il dimensionamento trasversale le corsie di decelerazione e di immissione hanno una larghezza pari a 3,75 m. con una banchina pavimentata in destra pari a 1,50 m.. Le rampe di discesa alla rotatoria e di salita alla carreggiata principale hanno invece una sezione costituita da una banchina pavimentata in sinistra da 1,00 m., da una corsia di marcia da 4,00 m. e da una banchina pavimentata in destra da 1,50 m., per un totale bitumato pari a 6,50 m. Il passaggio della larghezza della corsia di marcia da 3,75 m a 4,00 m avviene in entrambi i casi con una variazione lineare lungo il flesso. Gli elementi marginali della piattaforma stradale sono costituiti per entrambe le piste da due arginelli da 1,50 m dove trovano sistemazione le barriere di sicurezza.

Di seguito si riportano i valori dei principali elementi geometrici risultanti dalla progettazione delle corsie specializzate di svincolo e delle relative rampe di discesa alla rotatoria sottostante o di salita verso l'asse principale.

#### Piste di decelerazione:

- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m. (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h)
- Corsia di decelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 125 m necessario per passare da una  $V_p$  di 100 km/h ad una  $V_p$  di 40 km/h con una decelerazione di  $2 \text{ m/s}^2$  (considerando anche metà del tratto di immissione  $75/2 = 37,5 \text{ m.}$ , quindi lo spazio totale di decelerazione è pari a  $125 + 37,5 = 162 \text{ m.}$ )
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (percorso a velocità costante di 40 km/h); lunghezza approssimativa di 140 m..

- Rampa di salita con raggio concavo di 1500 m e raggio convesso di 1300 m, pendenza massima della livellett del 5% e lunghezza pari a 172 m. e 194,50 m..
- tratto a pendenza longitudinale costante in ingresso rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.

Piste di accelerazione:

- tratto a pendenza longitudinale costante in uscita rotatoria di lunghezza approssimativa pari a 20 m.
- Rampa di discesa progettata con raggio convesso di 1400 m e raggio concavo di 1500 m, pendenza massima della livelletta del 5% e lunghezza pari a 181 m. e 158,55 m..
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (accelerazione di  $1\text{m/s}^2$ ; velocità di uscita dal flesso pari a circa 80 km/h); lunghezza approssimativa di 140 m..
- Corsia di accelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 185 m. necessario per passare da una velocità di 40 km/h ad una  $V_p$  di immissione di 80 km/h con una accelerazione di  $1\text{ m/s}^2$ .
- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m (calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h).

#### 3.5.4. Svincolo con la S.R. n° 353

Le caratteristiche planoaltimetriche relative allo svincolo sulla S.R. n° 353 sono condizionate dalla presenza del ponte sul torrente Cormor, di unità abitative direttamente o indirettamente interferenti con i tracciati, nonché dalla sussistenza di vincoli paesaggistici (area fluviale torrente Cormor e area vincolata villa Savorgnan-Moro).

In particolare, i raggi dei raccordi verticali e la pendenza massima delle livellette della rampa di decelerazione in direzione Pordenone sono stati dimensionati in funzione dello spazio a disposizione tra la spalla del ponte sul torrente Cormor e l'ingresso in rotatoria, posizionando il primo punto di tangenza del flesso in corrispondenza della spalla del ponte: la configurazione geometrica risultante comporta un valore di pendenza massima della rampa in discesa pari all'8%, con valori dei raggi dei raccordi convessi e concavi pari rispettivamente a 1050 m. e 720 m.), compatibili con una velocità di progetto

Vp pari a 40 km/h. La lunghezza del tratto parallelo della corsia di decelerazione (il cui valore minimo necessario è pari a 125 m.) è stata opportunamente aumentata a 247,90 m., vista la possibilità di utilizzare la larghezza viabile dell'impalcato pari a 18,00 m. lungo l'intera estensione dell'opera.

Per quanto riguarda la rampa di accelerazione in direzione Pordenone, la disponibilità dell'area compresa tra il rilevato dell'asse principale e il collettore fognario denominato "Canale F", unita alla vicinanza del vincolo monumentale costituito dalla villa Savorgnan-Moro, ha fatto propendere verso una soluzione in rilevato, utilizzando come elemento di separazione dall'asse principale un paramento in terra verde rinforzata: la configurazione geometrica risultante comporta un valore di pendenza massima della rampa in salita pari al 6%, con valori dei raggi dei raccordi convessi e concavi pari rispettivamente a 1500 m. e 700 m.), compatibili con una velocità di progetto Vp pari a 40 km/h. La lunghezza del tratto parallelo della corsia di accelerazione (il cui valore minimo necessario è pari a 185 m.) è stata opportunamente aumentata a 254,00 m., vista la possibilità di utilizzare la larghezza viabile dell'impalcato pari a 18,00 m. lungo l'intera estensione dell'opera.

Le rampe in direzione Udine presentano, in assenza di vincoli geometrici e paesaggistici, caratteristiche planoaltimetriche in linea con quelle utilizzate nelle precedenti rotatorie di svincolo, con valori dei raggi verticali convessi di 2000 m. e concavi di 1000 m., e con valori di pendenza longitudinale variabili tra 6,0 e 6,4 %. I tratti paralleli di accelerazione e decelerazione sono stati estesi fino allo svincolo sull'A23, costituendo, nel tratto compreso tra i due svincoli, un'unica zona di scambio di lunghezza pari a circa 620 metri.

Di seguito si riportano i valori dei principali elementi geometrici risultanti dalla progettazione delle corsie specializzate di svincolo e delle relative rampe di discesa alla rotatoria sottostante o di salita verso l'asse principale.

Piste di decelerazione:

- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m., calcolato per una Vp di 100 km/h (lato Pordenone).
- Corsia di decelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 247,90 m. (lato Pordenone) necessario per passare da una Vp di 100 km/h ad una Vp di 40 km/h con

una decelerazione di  $2 \text{ m/s}^2$  (considerando anche metà del tratto di immissione  $75/2=37,5 \text{ m.}$ , lo spazio totale di decelerazione è pari a  $125 + 37,5 = 162 \text{ m.}$ ).

- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (percorso a velocità costante di 40 km/h), di lunghezza pari a 105 m. (lato Pordenone) e 110 m. (lato Udine).
- Rampa di discesa con raggio convesso di 1050 m. e raggio concavo di 720 m., pendenza massima della livelletta dell'8% e lunghezza pari a 216 m. (lato Pordenone); rampa di discesa con raggio convesso di 2000 m. e raggio concavo di 1000 m., pendenza massima della livelletta del 6% e lunghezza pari a 216 m. (lato Udine).
- tratto a pendenza longitudinale nulla in ingresso rotatoria di lunghezza pari a circa 20 m.

#### Piste di accelerazione:

- Tratto a pendenza longitudinale nulla in uscita rotatoria di lunghezza pari a circa 20 m..
- Rampa di salita con raggio concavo di 1000 m e raggio convesso di 2000 m, pendenza massima della livelletta del 6,4 % e lunghezza pari a 227 m. (lato Udine); rampa di salita con raggio concavo di 700 m e raggio convesso di 1500 m., pendenza massima della livelletta del 6% e lunghezza pari a 205 m. (lato Pordenone).
- Flesso con due curve di raggio 500 m a contatto, con pendenza trasversale pari a quella dell'asse principale (accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ ; velocità di uscita dal flesso pari a circa 80 km/h); lunghezza pari a 110 m. (lato Udine).
- Corsia di accelerazione (tratto parallelo) di lunghezza pari a 254,00 m. necessaria per passare da una velocità di 40 km/h ad una  $V_p$  di immissione di 80 km/h con una accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$  (lato Pordenone).
- Tratto di manovra (ago) pari a 75 m., calcolato per una  $V_p$  di 100 km/h (lato Pordenone).

#### 3.5.5. Svincolo tra la Variante S.P. n° 89 e la S.S. n° 13 "Pontebbana"

Lo svincolo interconnette due strade extraurbane secondarie a livelli sfalsati, permettendo al traffico proveniente e diretto verso Udine e a quello diretto a

Pordenone l'accesso alla Tangenziale Sud attraverso lo svincolo con la S.P. n° 89 "di Campoformido.

#### Carreggiata unidirezionale S.P. n° 89 – S.S. n° 13 (direzione Udine)

La corsia di decelerazione ha origine alla progr. 2+440.521 della Variante S.P. n° 89; si compone di due tratti paralleli agli assi costituiti dalla variante della S.P. n° 89 e dalla S.S. n° 13 raccordati da una curva circolare di raggio pari a 250 metri, mentre dal punto di vista altimetrico il profilo è costituito da una livelletta di pendenza pari al 6,00 % connessa mediante un raccordo concavo di raggio pari a 500 m. e un raccordo convesso pari a 1000 m.

Per quanto riguarda la corsia di uscita dalla S.P. n° 89, la lunghezza del tratto di manovra  $L_{m,u}$  è pari a 75 m., mentre la lunghezza del tratto di decelerazione è pari a:

$$L_{d,u} = (v_1^2 - v_2^2) / 2 * a = ((100/3,6)^2 - (80/3,6)^2) / 2 * 2 = 69,44 \text{ m.} \cong 70 \text{ m.}$$

dove:

$v_1$ : velocità di ingresso nel tratto di decelerazione = 100 km/h

$v_2$ : velocità di uscita dal tratto di decelerazione = 80 km/h ( $R_{\text{curva deviazione}} = 250 \text{ m.}$ )

$$a : \text{decelerazione} = 2.0 \text{ m/s}^2$$

Pertanto la lunghezza del tratto parallelo risulta pari a:

$$L_{d,u} - (1/2) * L_{m,u} = 70 - 75/2 = 32.5 \text{ m.}$$

La larghezza della corsia specializzata di uscita e della banchina conservano le dimensioni della corsia e della banchina della variante alla S.P. n° 89 e sono pari rispettivamente a 3,50 e 1,25 metri, mentre la sezione della rampa di uscita è costituita da una banchina pavimentata sinistra di larghezza pari a 1,00 m., da una corsia di 4,00 m. e da una banchina pavimentata destra di 1,00 m..

Per quanto riguarda la corsia di entrata sulla S.S. n° 13, si prevede un tratto parallelo di accumulo di lunghezza pari a 60 metri, calcolato per un numero medio di veicoli in attesa pari a 5, e una lunghezza del tratto di manovra pari a 30 metri.

La corsia specializzata di entrata e la banchina conservano le dimensioni di corsia e banchina della S.S. n° 13 e sono pari rispettivamente a 3,75 e 1,75 metri.

#### Carreggiata unidirezionale S.P. n° 89 – S.S. n° 13 (direzione Pordenone)

La carreggiata ha origine alla progr. 2+938.080 della Variante S.P. n° 89 e si compone di un primo tratto in prosecuzione della corsia destra della variante stessa, di un secondo tratto caratterizzato da una curva di raggio pari a 25 metri e di un terzo tratto

parallelo all'asse della S.S. n° 13, mentre dal punto di vista altimetrico il profilo è costituito da una livelletta di pendenza pari al 3,208 % in prosecuzione del profilo della variante alla S.P. n° 89 raccordata mediante un raccordo convesso di raggio pari a 2500 m. alla livelletta in appoggio alla S.S. n° 13.

La corsia specializzata di entrata e la banchina pavimentata conservano le dimensioni di corsia e banchina della S.S. n° 13 e sono pari rispettivamente a 3,75 e 1,75 metri, mentre la sezione della rampa di entrata è costituita da una banchina pavimentata sinistra di larghezza pari a 1,00 m., da una corsia di 4,00 m. e da una banchina pavimentata destra di 1,00 m..

#### Carreggiata unidirezionale S.S. n° 13 (direzione Udine) - S.P. n° 89

La carreggiata è composta da un primo tratto rettilineo ad ago e da un flesso caratterizzato da una curva di raggio pari a 130 metri raccordata con la curva di raggio pari a 140 metri della variante alla S.P. n° 89; dal punto di vista altimetrico il profilo è costituito da due livellette di pendenza pari rispettivamente allo -0,812 % e allo 1.013 %, quest'ultima connessa mediante un raccordo convesso di raggio pari a 3100 m. alla livelletta finale della variante alla S.P. n° 89.

Per quanto riguarda la corsia di uscita dalla S.S. n° 13, la lunghezza del tratto di manovra  $L_{m,u}$  è pari a 75 m., mentre la lunghezza del tratto di decelerazione ad ago è pari a:

$$L_{d,u} = (v_1^2 - v_2^2) / 2 * a = ((100/3,6)^2 - (62.33/3,6)^2) / 2 * 2 = 117.96 \text{ m.} \cong 118 \text{ m.}$$

dove:

$v_1$ : velocità di ingresso nel tratto di decelerazione = 100 km/h

$v_2$ : velocità di uscita dal tratto di decelerazione = 62.33 km/h ( $R_{\text{curva deviazione}} = 130 \text{ m.}$ )

$a$  : decelerazione = 2 m/s<sup>2</sup>

La corsia specializzata di uscita e la banchina pavimentata conservano le dimensioni di corsia e banchina della S.S. n° 13 e sono pari rispettivamente a 3,75 e 1,50 metri, mentre la sezione della rampa di uscita è costituita da una banchina pavimentata sinistra di larghezza pari a 1,00 m., da una corsia di 4,00 m. e da una banchina pavimentata destra di 1,00 m..

#### **4. Le varianti alla viabilità ordinaria**

##### *4.1. Generalità*

La presente relazione viene redatta in base all'art. 4 del D.M. 22 aprile 2004 n. 67/s ed analizza le caratteristiche delle varianti in progetto per le strade il cui tracciato interferisce con la Tangenziale Sud di Udine, in particolare:

- la S.C. Basagliapenta – Nespoledo (asse 6)
- la S.P. n° 61 “di Bertiole” (asse 13)
- la S.P. n° 10 “del Medio Friuli” (assi 14 e 15)
- la S.P. n° 95 “del Madrisio” (asse 9)
- la S.C. Lestizza-Orgnano (asse 17)
- la S.C. Carpeneto-Orgnano (asse 24)
- la S.P. n° 89 “di Basaldella” (asse 25)

Le varianti planoaltimetriche in oggetto sono di estesa limitata, compresa tra 650 e 2200 metri, ad eccezione della S.P. n° 89 “di Basaldella” di lunghezza pari a circa 3000 m..

##### *4.2. Le sezioni tipo*

La sezione tipo per le varianti alle strade provinciali è quella corrispondente al tipo C2 del D.M. 05.11.2001 ed è costituita da una carreggiata a due corsie da m. 3,50 affiancate da due banchine pavimentate da m. 1,25 ciascuna, con una larghezza complessiva della sovrastruttura pari a m. 9,50, mentre la piattaforma da ciglio a ciglio, completata da due arginelli in terra da m. 1,25, risulta di m. 12,00.

La sezione tipo per le varianti alle strade comunali e per la S.P. n° 61 “di Bertiole” è quella corrispondente al tipo F2 del D.M. 05.11.2001 ed è costituita da una carreggiata a due corsie da m. 3,25 affiancate da due banchine pavimentate da m. 1,00 ciascuna, con una larghezza complessiva della sovrastruttura pari a m. 8,50, mentre la piattaforma da ciglio a ciglio, completata da due arginelli in terra da m. 1,00, risulta di m. 10,50.

Sulle opere d'arte, esternamente alla carreggiata sono previsti due marciapiedi rialzati protetti da barriere di sicurezza metalliche, della larghezza di m. 1,70.

Gli arginelli sono delimitati in corrispondenza del bordo bitumato da un cordolo continuo in calcestruzzo posto in opera su fondazione in conglomerato cementizio.

Le scarpate sia in rilevato che in trincea hanno una pendenza di 2/3; per la raccolta delle acque meteoriche dal piano stradale in rilevato è prevista la realizzazione di due fossi laterali, mentre nei tratti in scavo è prevista la realizzazione di due cunette prefabbricate alla francese.

Sui piani di posa dei rilevati si prevede un intervento moderato di bonifica con l'asporto della coltre di terreno humico estesa sino a 50-60 cm di profondità, e la posa in opera di un geotessile tessuto. Le sezioni in trincea non necessitano di particolari tecniche di intervento, stante la natura ghiaiosa dei terreni in situ.

Per i dettagli grafici si rimanda all'elaborato 1207E00802000.

#### 4.3. La sovrastruttura

Per il dimensionamento della sovrastruttura si è utilizzato il Catalogo delle pavimentazioni stradali (C.N.R. 178/1995) nelle seguenti ipotesi:

TGM previsto	: 3000 veic./giorno
% passaggi veicoli commerciali	: 5 %
anni durata struttura	: 20

Considerando un numero di giorni lavorativi in un anno pari a 300, il numero di passaggi di veicoli commerciali nel corso della durata prevista della struttura è pari a:

$$3000 * 0,05 * 300 * 20 = 900.000$$

In base ai valori ricavati dalla scheda di catalogo n. 4F relativa alle strade extraurbane secondarie ordinarie si ricava per interpolazione, per un modulo di sottofondo pari a 90 N/mm<sup>2</sup>, la seguente conformazione della sovrastruttura:

- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato naturalmente dello spessore di cm. 30;
  - strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore finito di cm. 10;
  - strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso dello spessore finito di cm. 5;
  - tappeto di usura dello spessore finito di cm. 4;
- per uno spessore totale di cm. 49.

Per le strade con sezione di tipo F2, lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato naturalmente è ridotto a cm. 25 e non è prevista la realizzazione del tappeto di usura.

La pavimentazione sugli impalcati, oltre all'eventuale imbottitura di risagomatura in conglomerato bituminoso tipo binder, è costituita da una strato di binder dello spessore di cm 5, e dal tappeto di usura del tipo drenante fonoassorbente dello spessore di cm 4.

#### 4.4. Verifiche normative

Così come disposto dall'art. 1 del D.M. 22 aprile 2004 n. 67/s, le norme di cui al D.M. 5 novembre 2001 **sono state assunte come riferimento:** per ogni singola variante sono state applicate per quanto possibile le prescrizioni normative; i risultati delle verifiche sono riportati nell'allegato 1 alla presente relazione.

La valutazione delle distanze di arresto per le verifiche di visibilità è stata effettuata mediante la seguente formulazione:

$$D_a = 0,78 \cdot V - 0,0028 \cdot V^2 + \frac{V^2}{254 \cdot (f_e \pm i)}$$

dove  $f_e$  rappresenta il coefficiente di aderenza equivalente variabile con la velocità e  $i$  la pendenza longitudinale. I valori così determinati sono stati calcolati ad intervalli di 10 metri in base al diagramma delle velocità e risultano in buon accordo con la tabella di Fig. 5.1.2.c del D.M. 5 novembre 2001.

Il calcolo delle distanze di arresto condotto in base al diagramma di velocità di progetto  $v_p$  implicherebbe l'esigenza di allargamenti incompatibili con le caratteristiche dell'asta su cui la nuova variante si inserisce, comportando di fatto una rilevante discontinuità tra il tratto di nuova costruzione e l'esistente: pertanto il calcolo delle distanze di arresto è stato effettuato facendo riferimento alla velocità di esercizio  $v_e$ , dove con  $v_e$  si intende la massima velocità di percorrenza dell'elemento di tracciato necessaria a garantire la visibilità disponibile per l'arresto ( $v_p \geq v_e$ ): la velocità di esercizio  $v_e$  è stata ulteriormente ridotta di una quantità  $\Delta v \geq 10$  km/h introducendo la velocità limite  $v_l$  di percorrenza dell'elemento, imposta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale ( $v_l = v_e - \Delta v$ ).

I valori delle distanze di arresto così calcolate, delle distanze di visibilità disponibili e dell'allargamento del bitumato eventualmente richiesto per garantire la distanza di

visibilità per l'arresto e i relativi diagrammi sono riportati nell'elaborato 1207E0300000.

#### 4.4.1. Variante Strada Comunale Basagliapenta-Nespoledo (asse n° 6)

Caratteristiche stato di fatto: nel tratto interessato dall'intervento, attualmente la strada si presenta in piano e in rettilineo, preceduto in direzione Nespoledo (direzione sud) da una curva di raggio pari a circa 200 metri, presumibilmente priva di raccordi clotoidali. La larghezza del bitumato è pari a 4.80 - 5.00 metri. Il traffico è di tipo locale e non si prevedono significative variazioni in seguito alla costruzione della Tangenziale.



*Strada Comunale Basagliapenta-Nespoledo – foto scattata in corr. alla sez. 610*

Caratteristiche di progetto: trattasi di una variante planoaltimetrica di lunghezza pari a circa 900 metri, con sezione prevista di tipo F2; la deviazione dall'allineamento attuale avviene per mezzo di due flessi, il primo costituito da due curve di raggio rispettivamente pari a 250 e 350 metri all'uscita del centro abitato, il secondo da due curve di raggio pari a 350 metri, raccordati ai rettifili iniziale e finale.

Altimetricamente il profilo longitudinale prevede due raccordi concavi e uno convesso. Il sovrappasso sulla Tangenziale è a 3 campate, di larghezza totale pari a 11.90 m. (1.70 + 8.50 + 1.70) e lunghezza pari a  $12.50 + 20.50 + 12.50 = 45.50$  m.

Verifiche normative e di visibilità: per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccollo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso.

Dato il ridotto valore dello scostamento tra i due rettilinei successivi, non risulta rispettata la prescrizione di cui al punto 5.2.2 della normativa citata relativa allo sviluppo minimo delle curve circolari per i vertici 601, 602 e 603.

Per quanto detto al punto 4.2., data la necessità della posa in opera delle barriere di sicurezza lungo l'intero sviluppo, si è stabilita lungo l'intera variante una  $v_{esercizio}$  pari a 60 km/h corrispondente ad una  $v_{limite}$  pari a 50 km/h, prescritta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale: nel caso specifico viene così assicurata la distanza di visibilità per l'arresto senza la necessità di allargamento della carreggiata stradale.

#### 4.4.2. Variante Strada Provinciale n° 61 (asse n° 13)

Caratteristiche stato di fatto: attualmente, in corrispondenza dell'attraversamento della Tangenziale Sud, la strada corre in piano e in rettilineo, per poi deviare verso sinistra con una curva di raggio pari a circa 150 metri e, dopo un lungo tratto in rettilineo, raccordarsi con la S.P. n° 10 mediante un'intersezione a raso caratterizzata da un ridotto angolo di incidenza. La larghezza del bitumato è pari a 6.50 metri. Il traffico è di tipo locale e non si prevedono significative variazioni in seguito alla costruzione della Tangenziale. Attualmente nel tratto in questione non esistono limiti di velocità.

Caratteristiche di progetto: trattasi di una variante planoaltimetrica di lunghezza pari a circa 1250 metri, con sezione prevista di tipo F2; le modifiche planimetriche interessano il tratto finale, con l'introduzione di un flesso caratterizzato da due curve di raggio pari a rispettivamente 350 e 225 metri e di una rotatoria in sostituzione dell'intersezione a raso con la S.P. n° 61. Altimetricamente, il profilo longitudinale prevede due raccordi concavi e uno convesso, dimensionati secondo la normativa

vigente. Il sovrappasso sulla Tangenziale è a 3 campate, di larghezza totale pari a 11.90 m. (1.70 + 8.50 + 1.70) e lunghezza pari a 15.00 + 28.50 + 15.00 = 58.50 m..

Verifiche normative e di visibilità: nelle verifiche si è fatto riferimento alle norme di cui al D.M. 5 novembre 2001, utilizzando una serie di curve in sequenza che soddisfano le condizioni di cui al punto 5.4.4 del D.M. stesso; nel tratto finale si è assunta come velocità di progetto in entrata e in uscita dalla rotatoria il valore di 30 km/h (corrispondente ad un raggio planimetrico di 25 metri), sopprimendo il raccordo clotoidale (in quanto posizionato in corrispondenza dei rami di ingresso) e variando la pendenza trasversale lungo il tratto circolare. Per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccollo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso.

Per quanto detto al punto 4.2, si è stabilita per la curva di vertice 1301 una velocità di esercizio  $v_e$  pari a 70 km/h corrispondente ad una velocità limite  $v_l$  di 60 km/h, prescritta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale. La distanza di visibilità per l'arresto calcolata in base al diagramma di velocità di esercizio viene garantita lungo l'intero tracciato in presenza di barriere di sicurezza su entrambi i cigli, comportando un valore di allargamento per le curve di vertice 1301 e 1302 pari rispettivamente a 55 e 100 cm..

#### 4.4.3. Variante Strada Provinciale n° 10 (assi n° 14-15)

Caratteristiche stato di fatto: l'arteria, in corrispondenza dell'attraversamento della Tangenziale Sud, attualmente corre in piano: nella zona di intervento a nord dell'intersezione il percorso è rettilineo e presenta l'innesto della già citata S.P n° 61, mentre a sud si sviluppa con due curve di raggio pari a rispettivamente 150 e 200 metri circa, collegate da un breve rettilineo, sino all'attuale intersezione con la S.C. Carpeneto-Orgnano e la S.P. n° 95 "del Madrisio". La larghezza del bitumato è pari a 7.00-7.20 metri. Il traffico è sostenuto, in quanto il ramo in esame, oltre ad assolvere una funzione di tipo locale, rappresenta il collegamento tra la S.S. n° 13 "Pontebbana" e la S.P. n° 95 "del Madrisio".

Attualmente nel tratto in questione non esistono limiti di velocità.



*Strada Provinciale n° 10 – foto scattata in corr. alla sez. 1411 (in direzione sud)*

Caratteristiche di progetto: trattasi di un intervento che si sviluppa in parte in sede, in parte in variante planimetrica per una lunghezza complessiva pari a circa 1200 metri (tratto a nord rispetto all'asse principale) e 1000 metri (tratto a sud rispetto all'asse principale), con sezione prevista di tipo C2; le modifiche planimetriche che interessano il tratto a nord si limitano ai rami in entrata per la nuova configurazione dell'intersezione con la S.P. n° 61, con l'introduzione di due flessi a monte e a valle della rotatoria stessa costituiti da due curve di raggio pari a rispettivamente 350 e 225 metri e di una rotatoria in sostituzione dell'intersezione a raso con la S.P. n° 61. Nel tratto sud le modifiche planimetriche interessano le due curve precedentemente citate, i cui raggi vengono portati rispettivamente a 250 e 300 metri, e la riconfigurazione dello svincolo con la S.P. 95 "del Madrisio" e con la S.C. Carpeneto-Orgnano mediante la realizzazione di una rotatoria.

Nei tratti non interessati dalle varianti suddette, l'intervento consiste nell'allargamento della sezione stradale senza intervenire sulla configurazione planoaltimetrica del tracciato attuale.

Verifiche normative e di visibilità: nelle verifiche si è fatto riferimento alle norme di cui al D.M. 5 novembre 2001, utilizzando una serie di curve in sequenza che soddisfano le condizioni di cui al punto 5.4.4 del D.M. 5 novembre 2001; come per la variante precedente, anche in questo caso si è assunta come velocità di progetto in entrata e in uscita dalle rotoatorie il valore di 30 km/h (corrispondente ad un raggio planimetrico di 25 metri), sopprimendo i raccordi clotoziali (in quanto posizionati in corrispondenza dei rami di ingresso e di uscita) e variando la pendenza trasversale lungo il tratto rettilineo immediatamente precedente la rotoatoria. Per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccolpo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso.

Dato il ridotto valore dello scostamento tra i due allineamenti successivi, non risulta rispettata la prescrizione di cui al punto 5.2.2 della normativa citata relativa allo sviluppo minimo delle curve circolari per i vertici 1401, 1403 e 1404 (tratto a nord dell'asse principale) e 1501 (tratto a sud dell'asse principale); inoltre per la variante in argomento non è stato riportata in allegato la tabella relativa alle verifiche altimetriche (in quanto ampiamente soddisfatte).

Per quanto detto al punto 4.2., per il tratto a nord dell'asse principale, la distanza di visibilità per l'arresto calcolata in base al diagramma di velocità di esercizio viene garantita lungo l'intero tracciato in presenza di barriere di sicurezza su entrambi i cigli, comportando un allargamento pari a 60 cm. per la curva di vertice 1401.

Per il tratto a sud dell'asse principale, nel tratto di collegamento tra le due rotoatorie si è stabilita una  $v_{\text{esercizio}}$  pari a 70 km/h, corrispondente ad una  $v_{\text{limite}}$  di 60 km/h prescritta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale: in tal modo si limita l'allargamento del bitumato per le curve 1501 e 1502 a un valore pari 50 cm..

#### 4.4.4. Variante Strada Provinciale n° 95 “del Madrisio” (asse n° 9)

Caratteristiche stato di fatto: attualmente, nella zona di intervento, l'arteria corre per un lungo tratto in rilevato, in piano e in rettilineo e si raccorda, dopo una curva secca di raggio pari a circa 80 metri, alla già esaminata S.P. n° 10 e alla S.C. Carpeneto-Orgnano mediante un'intersezione a raso. La larghezza del bitumato è pari a 7.00-7.20 metri. Il traffico è molto sostenuto, in quanto il ramo in esame assolve la funzione di collegamento tra la S.S. n° 13 Pontebbana e la S.S. n° 14 in prossimità di Portogruaro

(VE): è presumibile che tale traffico venga ulteriormente incrementato dalla costruzione della nuova Tangenziale Sud.



*Strada Provinciale n° 95 – foto scattata in corr. dell’innesto della variante (sez. 900)*

Caratteristiche di progetto: trattasi di un intervento che si sviluppa in variante planoaltimetrica nel tratto terminale della strada in oggetto per una lunghezza complessiva pari a circa 1200 metri, con sezione prevista di tipo C2; in particolare, la variante si stacca dalla sede esistente a circa 600 metri dall’attuale sovrappasso sulla S.P. n° 10 per connettersi, dopo una serie di curve di raggio gradualmente decrescente pari rispettivamente a 350, 300, 225 e 150 metri, alla rotatoria di intersezione con la S.P. n° 10 stessa e la S.C. Carpeneto-Orgnano.

Verifiche normative e di visibilità: nelle verifiche si è fatto riferimento alle norme di cui al D.M. 5 novembre 2001, utilizzando una serie di curve in sequenza che soddisfano le condizioni di cui al punto 5.4.4 del D.M. stesso; relativamente alla rotatoria si è assunto per la velocità di progetto in entrata e in uscita il valore di 30 km/h (corrispondente ad un raggio planimetrico di 25 metri), sopprimendo il raccordo clotoidale (in quanto posizionato in corrispondenza dei rami di ingresso) e variando la pendenza trasversale lungo i tratti rettilinei immediatamente precedenti la rotatoria.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccolpo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso.

Dato il ridotto valore dello scostamento tra i due allineamenti successivi, non risulta rispettata la prescrizione di cui al punto 5.2.2 della normativa citata relativa allo sviluppo minimo delle curve circolari per i vertici 902 e 903.

Per quanto detto al punto 4.2, si è stabilita una velocità di esercizio  $v_e$  pari a 70 km/h corrispondente ad una velocità limite  $v_l$  di 60 km/h a partire dalla progr. 77+000 sino alla progr. 503+000, e una  $v_e$  pari a 50 km/h corrispondente ad una  $v_l$  di 40 km/h sino alla progr. 837+000, prescritte mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale; in tal modo si garantisce la distanza di visibilità calcolata in base al diagramma di velocità di esercizio in presenza di barriere di sicurezza su entrambi i cigli, con un valore di allargamento massimo pari a 25 cm. (vertice 902) e 75 cm. (vertice 905).

#### 4.4.5. Variante Strada Comunale Lestizza-Orgnano (asse n° 17)

Caratteristiche stato di fatto: nella zona interessata dall'intervento, attualmente la strada corre in rettilineo e in leggera discesa nel verso delle progressive crescenti, presentando nel tratto finale una curva destrorsa di raggio pari a circa 300 metri, presumibilmente priva di raccordi clotoïdali. La larghezza del bitumato è pari a 5.20 - 5.50 metri. Il traffico è di tipo locale e non si prevedono significative variazioni in seguito alla costruzione della Tangenziale. Attualmente nel tratto in questione non esistono limiti di velocità.



*Strada Comunale Lestizza-Orgnano – foto scattata in corr. alla sez. 1708 (spalla manufatto)*

Caratteristiche di progetto: trattasi di una variante planoaltimetrica in sede di lunghezza pari a circa 650 metri, con sezione prevista di tipo F2; la variante planimetrica si limita al tratto finale, ove si prevede la sistemazione della curva esistente con raggio di 450 metri e l'introduzione di elementi di raccordo. Altimetricamente, il profilo longitudinale prevede due raccordi concavi e uno convesso, dimensionati secondo la normativa vigente. Il sovrappasso sulla Tangenziale è a 3 campate, di larghezza totale pari a 11.90 m. ( $1.70 + 8.50 + 1.70$ ) e lunghezza pari a  $12.50 + 20.50 + 12.50 = 45.50$  m.

Verifiche normative e di visibilità: nelle verifiche si è fatto riferimento alle norme di cui al D.M. 5 novembre 2001. Per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccolpo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso.

Dato il ridotto valore dello scostamento tra i due allineamenti successivi, non risulta rispettata la prescrizione di cui al punto 5.2.2 della normativa citata relativa allo sviluppo minimo delle curve circolari per il vertice 1701: d'altra parte, per raggiungere

il valore minimo di normativa, sarebbe necessario aumentare il raggio a circa 700 metri, introducendo una evidente discontinuità rispetto alla geometria del tratto non interessato dalla variante, caratterizzato da curve di raggio non superiore ai 300 metri. Per quanto detto al punto 4.2, data la necessità della posa in opera delle barriere di sicurezza lungo l'intero sviluppo della variante, si è stabilita una velocità di esercizio  $v_e$  pari a 80 km/h corrispondente ad una velocità limite  $v_l$  di 70 km/h per l'intera lunghezza della variante in oggetto, prescritta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale; in tal modo si garantisce la distanza di visibilità calcolata in base al diagramma di velocità di esercizio, con un valore di allargamento massimo pari a 50 cm. in corrispondenza alla curva di vertice 1701.

#### 4.4.6. Variante Strada Comunale Carpeneto-Orgnano (asse n° 24)

Caratteristiche stato di fatto: nella zona interessata dall'intervento, attualmente la strada corre quasi interamente in rettilineo, ad eccezione dei tratti iniziale e finale, caratterizzati rispettivamente da un flesso costituito da due curve di raggio rispettivamente pari a circa 150 e 400 metri, e da una curva destrorsa di raggio molto ampio, presumibilmente prive di raccordi clotoïdali. Altimetricamente presenta due leggere livellette rispettivamente in discesa e in salita nel verso delle progressive crescenti dell'asse. La larghezza del bitumato è pari a 4.80 - 5.20 metri. Il traffico è di tipo locale e non si prevedono significative variazioni in seguito alla costruzione della Tangenziale. Attualmente nel tratto in questione non esistono limiti di velocità.



*Strada Comunale Carpeneto-Orgnano – foto scattata in corr. alla sez. 2431*

Caratteristiche di progetto: trattasi di una variante planoaltimetrica di lunghezza pari a circa 1200 metri, con sezione prevista di tipo F2; lo scostamento planimetrico dal tracciato attuale avviene limitatamente al tratto iniziale, con la modifica del flesso attualmente presente al fine di migliorare le caratteristiche di visibilità. Altimetricamente, il profilo longitudinale prevede due raccordi convessi e uno concavo, dimensionati secondo la normativa vigente. Il sovrappasso della Tangenziale ha una luce unica pari a 18 metri.

Verifiche normative e di visibilità: nelle verifiche si è fatto riferimento alle norme di cui al D.M. 5 novembre 2001. Per quanto riguarda il dimensionamento delle curve di raccordo, si è utilizzata la formula completa per la limitazione del contraccollo, con pendenza trasversale iniziale media pari a 2,50 % nel caso di transizione e 0,00 % nel caso di flesso. Il parametro delle clotoidi relative al vertice 2403 non soddisfa il criterio ottico: si è preferito infatti non modificare il tracciato esistente con l'introduzione di due raccordi di lunghezza considerevole che avrebbero comportato un significativo spostamento dell'asse dal sedime attuale, preferendo piuttosto inserire una curva di raggio comparabile con l'attuale che soddisfi ampiamente sia il criterio dinamico, sia la condizione di minima lunghezza dell'arco circolare.

Per quanto detto al punto 4.2, considerando che la variante ha origine immediatamente all'esterno dell'abitato di Orgnano, si è stabilita una velocità di esercizio  $v_e$  pari a 60 km/h corrispondente ad una velocità limite  $v_l$  di 50 km/h per l'intero sviluppo del flesso sino alla progressiva 371,984, prescritta mediante la disposizione di apposita segnaletica verticale; in tal modo si garantisce la distanza di visibilità calcolata in base al diagramma di velocità di esercizio senza la necessità di allargamento della carreggiata stradale.

#### 4.4.7. Variante Strada Provinciale n° 89 “di Basaldella” (asse n° 25)

Caratteristiche stato di fatto: il tratto interessato dall'intervento in variante è compreso tra gli abitati di Carpeneto e di Campoformido ed è caratterizzato da una successione di elementi rettilinei di lunghezza compresa tra 300 e 500 metri ed elementi curvilinei di raggio compreso tra 250 e 700 metri, presumibilmente privi di elementi di raccordo. Altimetricamente si presenta pressoché in piano ed è caratterizzata da una larghezza del bitumato pari a 5.70 metri. Il traffico è di tipo locale; attualmente nel tratto in questione esiste un limite di velocità di 50 km/h posto all'ingresso dell'abitato di Campoformido.



*Strada Provinciale S.P. n° 89 “di Basaldella” – foto scattata in corr. alla sez. 2510*

Caratteristiche di progetto: trattasi della principale variante planoaltimetrica relativa alla viabilità secondaria interferente con l'asta principale, di lunghezza pari a circa 3000 metri e con sezione prevista di tipo C2; la deviazione dal tracciato attuale avviene in corrispondenza del limite comunale di Pozzuolo del Friuli (di cui Carpeneto è frazione) mediante una curva di raggio pari a 800 metri e un successivo rettilineo che conduce alla rotatoria di svincolo con la Tangenziale sud: successivamente, dopo un breve rettilineo, l'andamento planimetrico prevede la successione di due curve di raggio pari a 500 metri e di due rettilinei di lunghezza pari a 160 e 610 metri, per poi allacciarsi mediante uno svincolo parziale a livelli sfalsati con la S.S. n° 13 "Pontebbana".

Altimetricamente, il tracciato prevede un primo tratto in leggera ascesa, in rilevato sino alla progr. 0+937.78 e successivamente in scavo, sino a sottopassare la S.S. n° 13 "Pontebbana" con un manufatto di luce pari a 20 metri, dopo il quale il profilo si riporta a livello del piano campagna in prossimità dell'intersezione con la S.S. n.13 stessa.

Nel tratto compreso tra le progressive 2+200.000 e 2+850.000 si prevede la realizzazione di scarpate in terra verde rinforzata.

Verifiche normative e di visibilità: data la rilevante lunghezza della variante, che si configura come vera e propria strada di nuova costruzione, nelle verifiche sono state rispettate le norme di cui al D.M. 5 novembre 2001; esclusivamente nel tratto di sutura con l'arteria esistente, al fine di evitare di interessare alcuni edifici esistenti della frazione di Carpeneto, non risulta rispettata la prescrizione di cui al punto 5.2.2 della normativa citata relativa allo sviluppo minimo delle curve circolari per il vertice 2501.

Poiché si prevede:

- a) l'installazione di barriere di sicurezza anche nei tratti in trincea (a causa della presenza dei fossi laterali),
- b) di garantire la distanza di visibilità per l'arresto calcolata in base al diagramma di velocità di progetto lungo l'intera variante,

si provvederà alla predisposizione nei tratti interessati di un tombino scatolare e di una canaletta grigliata carrabili atti a garantire la continuità dei fossi di raccolta delle acque di piattaforma.

I progettisti

dott. ing. Stefano Di Santolo



dott.ing. Andrea Campanella



# **ALLEGATO 1**

## **Tabelle verifiche normative**

**Asse principale**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>cloioide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. cloioide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
2	900	5.25	0.025	523.015	436.845	303.939	100.00	0.0441	0.110	210.000	185.825	300.000	300.000	69.444	0.945	0.525	0.119	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00039	253.939
			0.000	523.015		303.939				210.000	148.428	300.000	300.000					0.076							
3	900	5.25	0.000	457.261	337.481	232.320	100.00	0.0441	0.110	210.000	148.428	300.000	300.000	69.444	0.945	0.525	0.100	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	25.00	0.00112	207.320
			0.025	457.261		232.320				210.000	185.825	300.000	300.000					0.156							
4	1500	5.25	0.025	840.000	432.922	470.400	100.00	0.0318	0.110	210.000	217.509	500.000	500.000	69.444	0.945	0.525	0.063	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00008	420.400
			0.000	840.000		470.400				210.000	162.717	500.000	500.000					0.035							
5	1500	5.25	0.000	840.000	493.201	470.400	100.00	0.0318	0.110	210.000	162.717	500.000	500.000	69.444	0.945	0.525	0.035	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	25.00	0.00037	445.400
			0.025	962.525		617.636				210.000	217.509	500.000	500.000					0.048							
6	3500	5.25	0.025	1174.371	115.964	394.042	100.00	0.0250	0.110	210.000	311.805	1166.667	1166.667	69.444	0.945	0.525	0.067	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00000	344.042
			0.000	1174.371		394.042				210.000	220.479	1166.667	1166.667					0.033							
7	3500	5.25	0.000	1174.371	90.431	394.042	100.00	0.0250	0.110	210.000	220.479	1166.667	1166.667	69.444	0.945	0.525	0.033	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	25.00	0.00036	369.042
			0.025	1174.371		394.042				210.000	311.805	1166.667	1166.667					0.067							
8	2400	5.25	0.025	800.000	870.929	266.667	100.00	0.0250	0.110	210.000	288.675	800.000	1000.000	69.444	0.945	0.525	0.098	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00000	283.333
			0.025	800.000		266.667				210.000	288.675	800.000	1000.000					0.098							
9	1500	5.25	0.025	500.000	79.053	166.667	100.00	0.0318	0.110	210.000	217.509	500.000	500.000	69.444	0.945	0.525	0.179	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00014	248.374
			0.025	500.000		166.667				210.000	217.509	500.000	500.000					0.179							
10	1500	5.25	0.025	500.000	480.095	166.667	100.00	0.0318	0.110	210.000	217.509	500.000	500.000	69.444	0.945	0.525	0.179	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.525	50.00	0.00014	248.374
			0.025	500.000		166.667				210.000	217.509	500.000	500.000					0.179							

NOTE	Lunghezza rettilo tra curva 3 e 4 (p.to 5.2.2 D.M. vigente):	150.000	<	<b>304.466</b>	<	2200.000 m
	Lunghezza rettilo tra curva 5 e 6 (p.to 5.2.2 D.M. vigente):	150.000	<	<b>935.654</b>	<	2200.000 m
	Lunghezza rettilo tra curva 7 e 8 (p.to 5.2.2 D.M. vigente):	150.000	<	<b>943.85</b>	<	2200.000 m
	Lunghezza rettilo tra curva 8 e 9 (p.to 5.2.2 D.M. vigente):	150.000	<	<b>776.67</b>	<	2200.000 m
	Lunghezza rettilo tra curva 9 e 10 (p.to 5.2.2 D.M. vigente):	150.000	<	<b>152.40</b>	<	2200.000 m

**Asse principale**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo <sup>(1)</sup>	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>mindosso</sub> (m)	R <sub>minsacca</sub> (m)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	D	100.00	0.179	0.350	<b>163.06</b>	121.96	0.244	2.285	0.000	0.000	0.000	50000	positiva
2	S	100.00	1.832	0.350	<b>168.70</b>	177.49	3.550	2.209	7636.711	4131.485	4131	5000	positiva
3	D	100.00	0.056	0.350	<b>162.67</b>	549.42	7.327	2.291	7100.29	3962.407	7100	7500	positiva
4	S	100.00	1.983	0.350	<b>169.24</b>	173.65	3.374	2.202	7685.938	4146.711	4147	5000	positiva
5	S	100.00	0.096	0.350	<b>162.80</b>	136.77	0.684	2.289	0.000	0.000	0.000	20000	positiva
6	D	100.00	0.096	0.350	<b>162.80</b>	59.38	0.594	2.289	0.000	0.000	0.000	10000	positiva
7	S	100.00	1.889	0.350	<b>168.90</b>	204.32	4.089	2.206	7655.222	4137.216	4137	5000	positiva
8	D	100.00	0.177	0.350	<b>163.06</b>	562.98	7.512	2.285	7134.507	3973.372	7135	7500	positiva
9	S	100.00	1.588	0.350	<b>167.83</b>	198.95	3.982	2.220	7558.432	4107.176	4107	5000	positiva
10	S	100.00	0.884	0.350	<b>165.40</b>	192.41	0.962	2.253	7341.008	4039.015	4039	20000	positiva
11	D	100.00	0.733	0.350	<b>164.89</b>	252.98	1.355	2.260	7295.938	4024.764	7296	20000	positiva

### Asse principale

#### Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo <sup>(1)</sup>	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>mindosso</sub> (m)	R <sub>minsacca</sub> (m)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
12	D	100.00	0.254	0.350	<b>163.31</b>	308.34	0.527	2.282	7156.449	3980.39	7156	50000	positiva
13	S	100.00	0.517	0.350	<b>164.17</b>	206.62	2.067	2.270	7232.244	4004.553	4005	10000	positiva
14	D	100.00	0.842	0.350	<b>165.26</b>	283.18	1.416	2.255	7328.418	4035.038	7328	20000	positiva
15	D	100.00	0.053	0.350	<b>162.66</b>	80.94	1.416	2.291	0.000	0.000	0.000	50000	positiva
16	S	100.00	0.388	0.350	<b>163.75</b>	249.77	0.833	2.276	7194.947	3992.678	3993	30000	positiva
17	D	100.00	0.115	0.350	<b>162.86</b>	137.99	1.380	2.288	4033.798	--	4034	10000	positiva
18	S	100.00	0.552	0.350	<b>164.29</b>	225.55	1.105	2.268	7242.614	4007.849	4008	10000	positiva
19	D	100.00	0.134	0.350	<b>162.92</b>	309.13	3.090	2.287	7122.31	3969.466	7122	10000	positiva
20	S	100.00	0.298	0.350	<b>163.45</b>	111.35	2.227	2.280	7164.844	1159.13	1159	5000	positiva
21	D	100.00	0.408	0.350	<b>163.81</b>	46.79	0.816	2.275	0.000	0.000	0.000	7500	positiva

(1) S: sacca  
D: dosso

**S.C. Basagliapenta-Nespolo  
(asse 6)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
601	250	4.25	0.025	117.000	10.265	54.756	79.78	0.0700	0.130	115.564	102.596	83.333	115.564	55.400	0.959	0.425	0.737	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000	107.000		45.796				105.854	88.068	83.333	105.854					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--
602	350	4.25	0.000	137.000	26.683	53.626	91.53	0.0700	0.118	136.942	111.616	116.667	136.942	63.562	0.836	0.425	0.555	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.025	151.000		65.146				150.715	130.029	116.667	150.715					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--
603	350	4.25	0.025	151.000	0.974	65.146	91.53	0.0700	0.118	150.715	130.029	116.667	150.715	63.562	0.836	0.425	0.620	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000	137.000		53.626				136.942	111.616	116.667	136.942					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--
604	350	4.25	0.000	137.000	78.805	53.626	91.53	0.0700	0.118	136.942	111.616	116.667	136.942	63.562	0.836	0.425	0.555	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	151.000		65.146				150.715	130.029	116.667	150.715					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--

Lunghezza rettilo tra curva 602 e 603 (p.to 5.2.2 D.M. vigente): 150.000 < **198.728** < 2200.000 m

**S.C. Basagliapenta-Nespeledo  
(asse 6)**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo <sup>(1)</sup>	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>mindosso</sub> (m)	R <sub>minsacca</sub> (m)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	S	89.15	1.253	0.362	<b>136.90</b>	141.61	4.048	2.722	5028.827	3243.258	3243	3500	positiva
2	D	100.00	0.521	0.350	<b>164.19</b>	569.68	7.596	2.270	7233.557	4004.97	7234	7500	positiva
3	S	100.00	2.515	0.350	<b>171.19</b>	151.35	3.608	2.177	7864.33	4131.224	4131	4200	positiva

<sup>(1)</sup> S: sacca  
D: dosso

**S.P. n° 95  
(asse 9)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoid</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoid	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
901	350	4.75	0.025	151.000	194.021	65.146	91.53	0.0700	0.118	150.715	130.029	116.667	150.715	63.562	0.934	0.475	0.693	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.000	137.903	54.335	136.942				111.616	116.667	136.942	Positiva					Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--	
902	300	4.75	0.000	126.500	50.432	53.341	85.98	0.0700	0.124	121.854	100.154	100.000	121.854	59.707	0.994	0.475	0.623	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000	133.037	58.996	121.854				100.154	100.000	121.854	Positiva					Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--	
903	225	4.75	0.000	108.000	44.536	51.840	76.80	0.0700	0.136	98.857	81.975	75.000	98.857	53.332	1.113	0.475	0.641	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000	100.000	44.444	98.857				81.975	75.000	98.857	Positiva					Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--	
904	150	4.75	0.000	74.730	168.631	37.230	65.93	0.0700	0.158	74.610	62.014	50.000	74.610	45.782	1.297	0.475	0.893	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025		0.000	80.296				72.244	50.000	80.296	Positiva					Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--	
905	100	4.25	0.025		70.114	0.000	56.10	0.0700	0.178	58.707	54.413	33.333	58.707	38.958	1.364	0.425	1.122	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	60.000	36.000	58.707				54.413	33.333	58.707	Positiva					Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--	

**S.P. n° 95**  
**(asse 9)**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo <sup>(1)</sup>	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	D	93.56	0.180	0.356	<b>145.64</b>	151.42	2.523	2.559	5692	6000	positiva
2	S	94.88	0.687	0.355	<b>150.57</b>	128.03	2.560	2.475	2218	5000	positiva
3	S	65.93	1.547	0.412	<b>82.39</b>	19.05	1.907	4.523	0	1000	positiva
4	S	56.10	1.1	0.394	<b>67.31</b>	28.04	2.800	5.537	535	1000	positiva

<sup>(1)</sup> S: sacca  
D: dosso

**S.P. n° 61**  
**(asse 13)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1/A<sub>2</sub></sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
1301	350	4.25	0.025	151.000	373.484	65.146	91.53	0.0700	0.118	150.715	130.029	116.667	150.715	63.562	0.836	0.425	0.620	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.000	137.000		53.626				136.942	111.616	116.667	136.942					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--
1302	225	4.25	0.000	100.000	209.221	44.444	76.80	0.0700	0.136	98.857	81.975	75.000	98.857	53.332	0.996	0.425	0.669	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	0.000		0.000				107.544	95.498	75.000	107.544					Positiva			Positiva	Positiva	--	--	--

**S.P. n° 61  
(asse 13)**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo <sup>(1)</sup>	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>mindosso</sub> (m)	R <sub>minsacca</sub> (m)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	S	100.00	1.480	0.350	<b>167.45</b>	96.53	2.760	2.225	7524.275	3148.603	3149	3500	positiva
2	D	100.00	0.083	0.350	<b>162.75</b>	416.41	5.554	2.290	7107.897	3964.847	7108	7500	positiva
3	S	95.54	1.108	0.354	<b>153.62</b>	126.89	3.173	2.426	6332.404	3363.756	3364	4000	positiva

<sup>(1)</sup> S: sacca  
D: dosso

**S.P. n° 10 - parte nord  
(asse 14)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>f</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
1401	350	4.75	0.025	151.000	3.843	65.146	91.53	0.0700	0.118	150.715	130.029	116.667	150.715	63.562	0.934	0.475	0.693	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000	137.000		53.626				136.942	111.616	116.667	136.942					Positiva				Positiva	Positiva	--	--
1402	225	4.75	0.000	100.000	100.607	44.444	76.80	0.0700	0.136	98.857	81.975	75.000	98.857	53.332	1.113	0.475	0.748	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	0.000		0.000				107.544	95.498	75.000	107.544					Positiva				Positiva	Positiva	--	--
1403	225	4.75	0.025	120.000	32.772	0.000	76.80	0.0700	0.136	107.544	95.498	75.000	107.544	53.332	1.113	0.475	0.520	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.000			64.000				98.857	81.975	75.000	98.857					Positiva				Positiva	Positiva	--	--
1404	350	4.75	0.000	137.000	29.503	53.626	91.53	0.0700	0.118	136.942	111.616	116.667	136.942	63.562	0.934	0.475	0.620	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.025	151.000		65.146				150.715	130.029	116.667	150.715					Positiva				Positiva	Positiva	--	--

**S.P. n° 10 - parte sud  
(asse 15)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	v (km/h)	q <sub>f</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
									dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1/A<sub>2</sub></sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
1501	250	4.75	0.025	116.000	14.803	79.78	0.0700	0.130	115.564	102.596	83.333	115.564	55.400	1.072	0.475	0.838	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.025	116.000					115.564	102.596	83.333	115.564					0.838			Positiva	Positiva	--	--	--
1502	300	4.75	0.025	134.000	163.209	85.98	0.0700	0.124	133.585	116.676	100.000	133.585	59.707	0.994	0.475	0.754	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	134.000					133.585	116.676	100.000	133.585					0.754			Positiva	Positiva	--	--	--

Lunghezza rettilo tra curva 1501 e 1502 (p.to 5.2.2 D.M. vigente): 96.64 > 65.000 (per v<sub>max</sub> = 70,00 Km/h)

**S.C. Lestizza-Orgnano**  
(asse 17)

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi <sub>I tratto</sub>	L <sub>I tratto</sub>	Δi <sub>II tratto</sub>	L <sub>II tratto</sub>
1701	450	4.25	0.025	179.000	16.361	71.202	100.00	0.0687	0.110	178.570	153.088	150.000	178.570	69.444	0.765	0.425	0.560	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva	--	--	--	--
			0.025	179.000		71.202				178.570	153.088	150.000	178.570					Positiva				Positiva	Positiva	--	--

**S.C. Lestizza - Orgnano**  
(asse 17)

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	S	100.00	0.613	0.350	<b>164.49</b>	94.61	2.703	2.266	2944	3500	positiva
2	D	100.00	0.752	0.350	<b>164.96</b>	407.58	5.434	2.259	7302	7500	positiva
3	S	100.00	2.024	0.350	<b>169.39</b>	101.16	2.890	2.200	3445	3500	positiva

(1) S: sacca  
D: dosso

**S.C. Carpeneto-Orgnano**  
(asse 24)

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 1	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
2401	225	4.25	0.025	108.000	73.238	51.840	76.80	0.0700	0.136	107.544	95.498	75.000	107.544	53.332	0.996	0.425	0.779	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.000	149.500		99.334				98.857	81.975	75.000	98.857					Positiva			In 2 tratti	0.425	25.00	0.40022	74.33444
2402	350	4.25	0.000	169.125	65.787	81.724	91.53	0.0700	0.118	136.942	111.616	116.667	136.942	63.562	0.836	0.425	0.364	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.425	25.00	0.00524	56.72362
			0.025	151.000		65.146				150.715	130.029	116.667	150.715					Positiva			Positiva	--	--	--	--
2403	1350	4.25	0.025	295.000	70.520	64.463	100.00	0.0341	0.110	189.458	210.517	450.000	450.000	69.444	0.765	0.425	0.390	Negativa	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.425	50.00	0.00267	14.46296
			0.025	295.000		64.463				189.458	210.517	450.000	450.000					Negativa			In 2 tratti	0.425	50.00	0.00267	14.46296

Lunghezza rettilineo tra curva 2402 e 2403 (p.to 5.2.2 D.M. vigente): 150.000 < **509.246** < 2200.000 m

**S.C. Carpeneto-Orgnano**  
**(asse 24)**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	D	100.00	2.007	0.350	<b>169.33</b>	150.4	1.881	2.201	7471	8000	positiva
2	S	100.00	0.223	0.350	<b>163.21</b>	245.22	5.449	2.283	3977	4500	positiva
3	D	100.00	1.113	0.350	<b>166.18</b>	222.22	2.779	2.243	7410	8000	positiva

(1) S: sacca  
D: dosso

**S.P. n° 89**  
**(asse 25)**

Verifiche andamento planimetrico

N° VERTICE	Raggio (m)	Larghezza B <sub>i</sub> (m)	q <sub>i</sub> (%)	A <sub>progetto</sub>	L <sub>arco circ.</sub>	L <sub>clotoide</sub>	v (km/h)	q <sub>r</sub> (%)	f	A				Lungh. min. arco circ.	Δi max (%)	Δi min (%)	Δi (%)	Verifiche							
										dinamico 2	pendenze	ottico	minimo					par. clotoide	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	lungh.arco	var. pendenza	Δi I tratto	L I tratto	Δi II tratto	L II tratto
2501	800	4.75	0.025	267.000	37.692	89.111	100.00	0.0476	0.110	210.000	179.642	266.667	266.667	69.444	0.855	0.475	0.387	Positiva	Positiva	Negativa	In 2 tratti	0.475	50.00	0.27460	39.11125
			0.025	267.000		89.111				210.000	179.642	266.667	266.667					Positiva			In 2 tratti	0.475	50.00	0.27460	39.11125
2502	500	4.75	0.025	281.550	339.751	158.541	100.00	0.0643	0.110	210.000	157.473	166.667	210.000	69.444	0.855	0.475	0.267	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.475	50.00	0.17186	108.5408
			0.025	281.550		158.541				210.000	157.473	166.667	210.000					Positiva			In 2 tratti	0.475	50.00	0.17186	108.5408
2503	500	4.75	0.025	281.550	242.824	158.541	100.00	0.0643	0.110	210.000	157.473	166.667	210.000	69.444	0.855	0.475	0.267	Positiva	Positiva	Positiva	In 2 tratti	0.475	50.00	0.17186	108.5408
			0.025	281.550		158.541				210.000	157.473	166.667	210.000					Positiva			In 2 tratti	0.475	50.00	0.17186	108.5408
2504	140	4.75	0.025	90.000	167.450	57.857	64.18	0.0700	0.162	86.492	68.862	46.667	86.492	44.567	1.332	0.475	0.780	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	--	--	--	--
			0.025	90.000		57.857				86.492	68.862	46.667	86.492					Positiva			Positiva	--	--	--	--

Lunghezza rettilino tra curva 2502 e 2503 (p.to 5.2.2 D.M. vigente): 150.000 < **159.846** < 2200.000 m

Lunghezza rettilino tra curva 2503 e 2504 (p.to 5.2.2 D.M. vigente): 150.000 < **608.777** < 2200.000 m

**S.P. n° 89**  
**(asse 25)**

Verifiche andamento altimetrico

N° VERTICE	Tipo raccordo	V <sub>progetto max</sub> (km/h)	i <sub>media</sub> (%)	f <sub>eq</sub>	D <sub>arresto</sub> (m)	L <sub>raccordo</sub> (m)	Δi (%)	Δ <sub>icar</sub> (%)	R <sub>min</sub> (m)	R <sub>verticale</sub> (m)	Verifica
1	D	46.57	0.268	0.403	<b>51.56</b>	82.56	0.413	7.228	713	20000	positiva
2	S	100.00	0.361	0.350	<b>163.66</b>	119.75	0.599	2.277	0	20000	positiva
3	S	77.36	1.934	0.385	<b>107.97</b>	127.39	2.548	3.452	2444	5000	positiva

(1) S: sacca  
D: dosso

## **ALLEGATO 2**

### **Calcolo prestazioni operative rotatorie**

Denominazione **Rotatoria di svincolo sulla S.R. n° 353**  
 Scenario **Traffico nell'ora di punta (8-9)**  
 Metodo di calcolo **Kreisel**

		Q <sub>ie</sub>	Q <sub>iu</sub>
		(veic/h)	
Origine/destinazione 1	Tg sud Udine / direzione Pordenone	852	600
Origine/destinazione 2	S.R. n° 353 / direzione Lignano	769	618
Origine/destinazione 3	Tg sud Udine / direzione Udine	827	1296
Origine/destinazione 4	S.R. n° 353 / direzione Udine	487	421

<b>Matrice di ripartizione percentuale del traffico (ax principale/rotatoria)</b>				
da/a	1	2	3	4
1	0.000	0.050	0.850	0.100
2	0.150	0.000	0.610	0.240
3	0.500	0.320	0.000	0.180
4	0.140	0.640	0.220	0.000

<b>Matrice di ripartizione del traffico (ax principale/rotatoria)</b>				
da/a	1	2	3	4
1	0.00	43	724	85.20
2	115	0.00	469	184.56
3	414	265	0.00	148.86
4	68.18	311.68	107.14	0.00

852

769

827

487

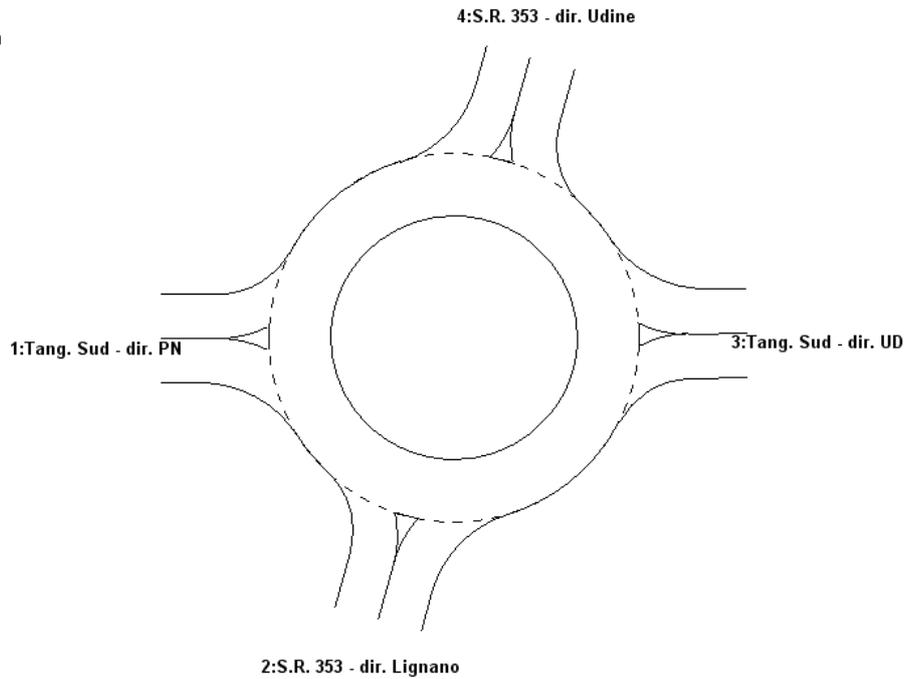
597

619

1300

419

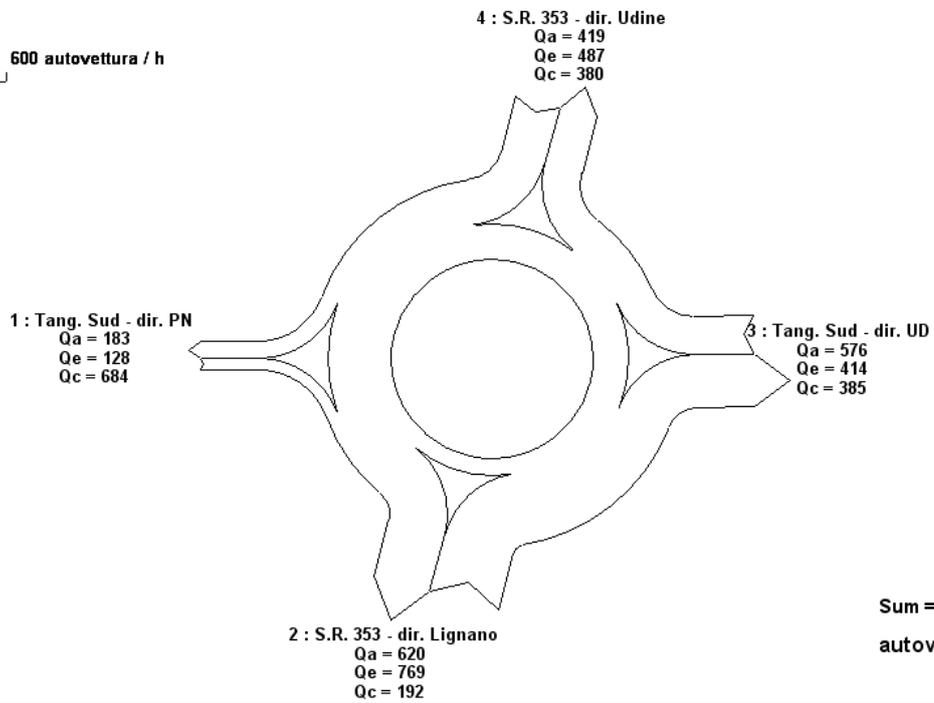
0 5 m



Autovie Venete SPA

Trieste

0 600 autovettura / h



Autovie Venete SPA

Trieste

Capacità, tempi medi di attesa e lunghezze medie di coda - solo veicoli a motore



File : ROT4\_8-9.krs  
 Progetto : TANGENZIALE SUD UDINE - PROGETTO DEFINITIVO  
 Intersezione: ROTATORIA DI SVINCOLO SU S.R. 353  
 Ora : 8-9

Tempi di attesa

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	x	Riserva	t medio di	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	-	uvp/h	s	-
1	Tang. Sud - dir. PN	1	1	684	128	673	0.19	545	7	A
2	S.R. 353 - dir. Lignan	1	1	192	769	1077	0.71	308	11	B
3	Tang. Sud - dir. UD	1	1	385	414	911	0.45	497	7	A
4	S.R. 353 - dir. Udine	1	1	380	487	916	0.53	429	8	A

Lunghezza di coda

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	L	L-95	L-99	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	uvp	uvp	uvp	-
1	Tang. Sud - dir. PN	1	1	684	128	673	0.2	1	1	A
2	S.R. 353 - dir. Lignan	1	1	192	769	1077	1.7	7	11	B
3	Tang. Sud - dir. UD	1	1	385	414	911	0.6	2	4	A
4	S.R. 353 - dir. Udine	1	1	380	487	916	0.8	3	5	A

Livello di Servizio complessivo : B

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =  
 all'anello

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =  
 : 1798 uvp/h  
 di cui veicoli a motore : : 1798 veic/h

Somma dei tempi di attesa =  
 : 4.6 veic-h/h

Tempo medio di attesa per tutti i veicoli =  
 : 9.3 s per veic

Procedura di calcolo :

Capacità : Germania: procedura secondo HBS 2001  
 Tempo di attesa : Kimber, Hollis (1979) con  $F_{kh} = 0.8 / T = 3600$   
 Lunghezza di coda : Wu, 1997  
 Livelli di Servizio : HBS (Deutschland)

Denominazione **Rotatoria di svincolo sulla S.R. n° 353**  
 Scenario **Traffico nell'ora di punta (17-18)**  
 Metodo di calcolo **Kreisel**

		Q <sub>ie</sub>	Q <sub>iu</sub>
		(veic/h)	
Origine/destinazione 1	Tg sud Udine / direzione Pordenone	664	590
Origine/destinazione 2	S.R. n° 353 / direzione Lignano	601	833
Origine/destinazione 3	Tg sud Udine / direzione Udine	936	1103
Origine/destinazione 4	S.R. n° 353 / direzione Udine	627	302

<b>Matrice di ripartizione percentuale del traffico (ax principale-rotatoria)</b>				
da/a	1	2	3	4
1	0.000	0.050	0.870	0.080
2	0.150	0.000	0.650	0.200
3	0.450	0.410	0.000	0.140
4	0.120	0.660	0.220	0.000

<b>Matrice di ripartizione del traffico (ax principale/rotatoria)</b>				
da/a	1	2	3	4
1	0.00	33	578	53.12
2	90	0.00	391	120.20
3	421	384	0.00	131.04
4	75.24	413.82	137.94	0.00

664

601

936

627

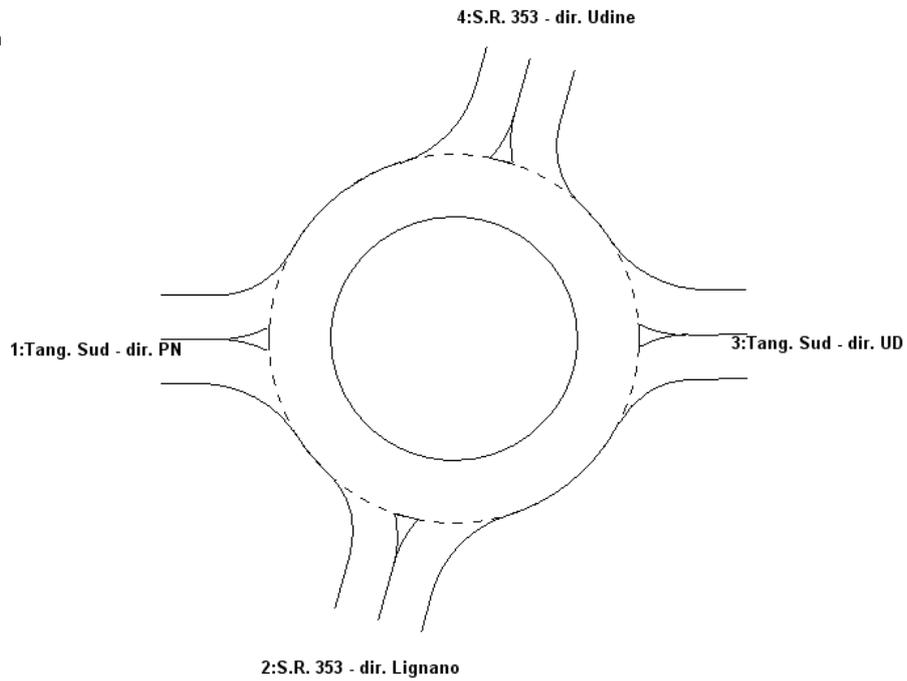
587

831

1106

304

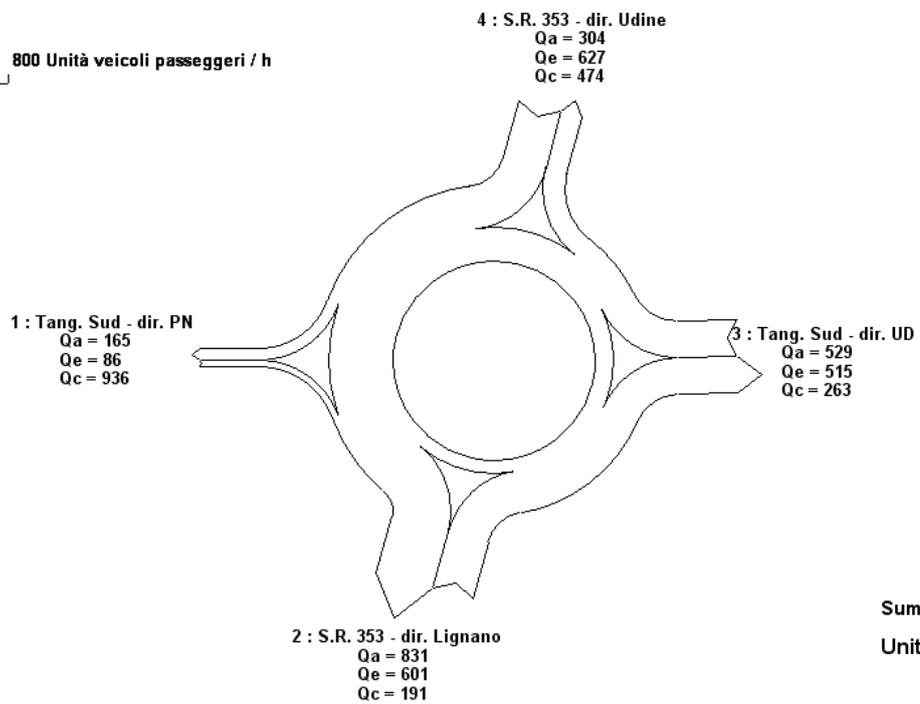
0 5 m



Autovie Venete SPA

Trieste

0 800 Unità veicoli passeggeri / h



Autovie Venete SPA

Trieste

Capacità, tempi medi di attesa e lunghezze medie di coda - solo veicoli a motore



File : ROT4\_17-18.krs  
 Progetto : TANGENZIALE SUD UDINE - PROGETTO DEFINITIVO  
 Intersezione: ROTATORIA DI SVINCOLO SU S.R. 353  
 Ora : 8-9

Tempi di attesa

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	x	Riserva	t medio di .	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	-	uvp/h	s	-
1	Tang. Sud - dir. PN	1	1	936	86	489	0.18	403	9	A
2	S.R. 353 - dir. Lignan	1	1	191	601	1078	0.56	477	8	A
3	Tang. Sud - dir. UD	1	1	263	515	1015	0.51	500	7	A
4	S.R. 353 - dir. Udine	1	1	474	627	838	0.75	211	17	B

Lunghezza di coda

		n-in	n-K	q-anello	q-e-dom	q-e-max	L	L-95	L-99	LdS
	Name	-	-	uvp/h	uvp/h	uvp/h	uvp	uvp	uvp	-
1	Tang. Sud - dir. PN	1	1	936	86	489	0.1	1	1	A
2	S.R. 353 - dir. Lignan	1	1	191	601	1078	0.9	4	6	A
3	Tang. Sud - dir. UD	1	1	263	515	1015	0.7	3	5	A
4	S.R. 353 - dir. Udine	1	1	474	627	838	2.0	8	12	B

Livello di Servizio complessivo : B

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =  
 all'anello

Flusso in entrata a tutti gli ingressi =  
 : 1829 uvp/h  
 di cui veicoli a motore : : 1829 veic/h

Somma dei tempi di attesa =  
 : 5.4 veic-h/h

Tempo medio di attesa per tutti i veicoli =  
 : 10.6 s per veic

Procedura di calcolo :

Capacità : Germania: procedura secondo HBS 2001  
 Tempo di attesa : Kimber, Hollis (1979) con F-kh = 0.8 / T = 3600  
 Lunghezza di coda : Wu, 1997  
 Livelli di Servizio : HBS (Deutschland)