

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Direttore Tecnico

*Responsabile di Progetto*  
*Dot. Ing. Luca Bondgnelli*

Il Geologo:

N. A.

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

N.A.

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A. **INGEGNERI PARMA n.821**

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Viabilità ordinaria e di adduzione all'Autostazione Trecasali - Terre Verdiane  
PR01 raccordo S.P.10 autostazione Trecasali-Terre Verdiane  
Generale  
Relazione tecnica sul progetto stradale**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	I	VO	VO	03	G	RE	001	D

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
D	20/02/2015	istruttoria A15 indica le parti modificate con l'ultima rev. )	TBF	NIGRELLI	MAZZOLI
C	27/01/2015	istruttoria A15 e istruttoria provincia prot. n° 80210 del 16/12/2014	TBF	NIGRELLI	MAZZOLI
B	10/10/2014	istruttoria RINA prot. n° 730 del 08/09/2014	TBF	NIGRELLI	MAZZOLI
A	07/07/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	G. Vinci	NIGRELLI	MAZZOLI

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	PRESCRIZIONI.....	5
2.1	PRESCRIZIONI CIPE.....	5
2.2	PRESCRIZIONI ANAS.....	5
2.3	OSSERVAZIONI PRIVATI.....	5
2.4	LIMITI INTERVENTO DA CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO .....	5
3	OTTIMIZZAZIONI PROGETTUALI.....	6
4	IL PROGETTO.....	7
4.1	ASPETTI NORMATIVI .....	7
4.2	SEZIONI TIPO .....	7
4.3	VELOCITA' DI PROGETTO .....	9
4.4	DESCRIZIONE PLANO – ALTIMETRICA DEL TRACCIATO.....	9
4.5	SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA – OPERE D'ARTE.....	10
4.6	ALLARGAMENTI PER L'ISCRIZIONE DEL VEICOLO IN CURVA .....	10
4.7	DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'E DI VISUALE LIBERA .....	10
5	VERIFICHE PLANIMETRICHE-ALTIMETRICHE .....	14
5.1	VERIFICHE ASSI STRADALI IN LINEA .....	14
6	TABULATI VERIFICHE .....	15
7	VERIFICHE DI CAPACITA E DEI LIVELLI DI SERVIZIO ROTATORIA P3-1 .....	18
7.1	Verifica delle soluzioni progettuali.....	18
7.2	Conclusioni.....	19
7.3	ALLEGATI PER LA VERIFICA DIMENSIONALE DELLA ROTATORIA SCENARIO 2012 .....	21
7.4	ALLEGATI PER LA VERIFICA DIMENSIONALE DELLA ROTATORIA SCENARIO 2042 .....	24
7.5	Legenda.....	27

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di analizzare e descrivere nel dettaglio, nell'ambito del progetto esecutivo del Raccordo Autostrada della Cisa A15 – Autostrada del Brennero A22 presso Nogarole Rocca (VR) – **1° Lotto da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali – Terre Verdiane" e opere accessorie**, l'opera PR01 raccordo tra SP10 "di Cremona" e autostazione "Trecasali – Terre Verdiane", nel territorio comunale di Trecasali (PR).

Il Progetto del "Raccordo autostradale A15/A22 Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero Raccordo autostradale tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto" s'inserisce nell'ambito del progetto del Raccordo tra la A15 "Autostrada della Cisa" e la A22 "Autostrada del Brennero" della lunghezza complessiva di circa Km 85, con inizio nel Comune di Fontevivo (PR) e termine nel Comune di Nogarole Rocca (VR), e ne costituisce esattamente il primo tratto.

Con deliberazione n° 2 del 22 gennaio 2010 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana in data 8/11/2010, il C.I.P.E (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) ha approvato con prescrizioni e raccomandazioni il Progetto Definitivo presentato da Autocamionale della Cisa S.p.A. del <<Raccordo Autostradale Autostrada A15 della Cisa – Autostrada A22 del Brennero Fontevivo (PR) – Nogarole Rocca (VR)>>: 1^ lotto funzionale <<Fontevivo-Trecasali/Terre Verdiane>>.

Successivamente, Autocamionale della Cisa S.p.A. ha aggiornato il Progetto (Raccordo Autostradale Autostrada della Cisa A15- Autostrada del Brennero A22 Fontevivo (PR) – Nogarole Rocca (VR). I Lotto: da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali-Terre Verdiane" ed opere accessorie; PDG1 agg. novembre 2010), recependo le prescrizioni C.I.P.E., e lo ha trasmesso al Concedente ANAS S.p.A. per la relativa approvazione.

Il Progetto così aggiornato, è stato approvato da ANAS S.p.A., con prescrizioni e raccomandazioni, con provvedimento Prot. CDG-0074756-P del 24/5/2011, avente ad oggetto il "Raccordo autostradale A15/A22. Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero. Raccordo autostradale tra l'autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto. Progetto Definitivo".

I lavori oggetto del presente appalto riguardano le opere di cui al Progetto PDG1 agg. novembre 2010 approvato dalla Concedente ANAS S.p.A., escluse le seguenti opere (o tratti di opere) del Protocollo di Intesa stipulato da Autocamionale della Cisa S.p.A. con la Provincia di Parma in data 11/7/2005.

- PR03:Collegamento S.P. Trecasali/Torriale – S.P. Padana Occidentale;
- PR05:Collegamento S.P: Padana Occidentale – Strada Nuova dei Prati;
- PR01:Raccordo S.P. 10 – Autostazione Trecasali – Terre Verdiane, limitatamente ai tratti non in affiancamento al Raccordo autostradale.

I lavori oggetto del presente appalto consistono sinteticamente in:

- a) Tratta autostradale compresa tra l'Autostrada della Cisa A15 in Comune di Fontevivo (PR) e l'Autostazione Trecasali-Terre Verdiane in Comune di Trecasali (PR), della lunghezza complessiva di km 9,500 circa, di cui km 2,350 circa consistenti nel risezionamento dell'Autostrada della Cisa A15 esistente a sud dell'interconnessione con l'Autostrada del Sole A1, comprensiva degli svincoli di:

- Interconnessione con l'Autostrada del Sole A1;
- Svincolo di autostazione "Trecasali-Terre Verdiane";

La tratta attraversa i seguenti Comuni in Provincia di Parma: Fontevivo, Fontanellato, Parma, Trecasali.

- b) Opere di viabilità ordinaria e locale accessorie alla tratta autostradale:

- Variante S.P. 10 all'abitato di Viarolo in Provincia di Parma-Comuni di Parma e Trecasali;
- Raccordo Autostazione Trecasali-Terre Verdiane e Rotatoria S.P. 10 in Provincia di Parma-Comune di Trecasali;

- Opera prevista nel Protocollo di Intesa con la Provincia di Parma siglato in data 11/7/2005: PR01-Raccordo S.P. 10 – Autostazione Trecasali-Terre Verdiane in Provincia di Parma-Comune di Trecasali, limitatamente al tratto in affiancamento al Raccordo Autostradale;
- Varianti alla viabilità ordinaria (strade provinciali, strade comunali, strade poderali) interferita dal Raccordo autostradale, più specificatamente:
  - Strada Comunale di Bianconese – Variante sull’Autostrada A1 ;
  - Viabilità d’accesso Synthesis S.p.A. – Variante alla progr. 0+248.77;
  - S.P. n° 10 di Cremona – Variante alla progr. 3+378.07 ;
  - Via Grande (Strada Roncocampocanneto) – Variante alla progr. 4+000.00;
  - S.C. Edugara dei Ronchi (Via Fienil Bruciato) – Variante alla progr. 5+760.53;
  - Asse Viario Cispadano: tratto di collegamento dal casello di Trecasali-Terre Verdiane – Variante alla progr. 6+652,00;
  - Viabilità della larghezza di 4,00 m (controstrade) previste a lato dell’autostrada, che svolgono funzioni di piste di cantiere durante l’esecuzione dei lavori e successivamente rimarranno a servizio dell’Autostrada stessa ovvero della viabilità locale privata o pubblica.

Le caratteristiche geometriche delle viabilità interferite risultano condizionate dalle caratteristiche antropomorfe presenti sul territorio (edifici, viabilità di servizio, corsi d’acqua, ecc.) e dalle scelte previste nel progetto a base gara.

Si precisa che, come per il progetto autostradale, particolare attenzione è stata rivolta alle problematiche legate al rispetto ambientale, con specifico interessamento per la realizzazione di opere di mitigazione sia acustica che paesaggistica.

## 2 PRESCRIZIONI

### 2.1 PRESCRIZIONI CIPE

Per la descrizione degli interventi si rimanda agli elaborati:

- RAAA1EIGEXX01GRE006 *Relazione di attestazione di rispondenza - Allegato 1 - prescrizioni CIPE;*
- RAAA1EIGEXX01GCO002 *Carta con localizzazione delle prescrizioni - Allegato 1 - prescrizioni CIPE.*

### 2.2 PRESCRIZIONI ANAS

Per la descrizione degli interventi si rimanda agli elaborati:

- RAAA1EIGEXX01GRE007 *Relazione di attestazione di rispondenza - Allegato 2 - prescrizioni ANAS;*
- RAAA1EIGEXX01GCO003 *Carta con localizzazione delle prescrizioni ANAS.*

### 2.3 OSSERVAZIONI PRIVATI

Per la descrizione degli interventi si rimanda agli elaborati:

- RAAA1EIGEXX01GRE009 *Relazione di attestazione di rispondenza - Allegato 4 - prescrizioni CIPE - Soggetti Privati;*
- RAAA1EIGEXX01GCO005 *Carta con localizzazione delle prescrizioni - Allegato 4 - prescrizioni CIPE - Soggetti Privati.*

### 2.4 LIMITI INTERVENTO DA CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Nel progetto definitivo il raccordo era relativo al collegamento tra la nuova rotatoria nord sulla SP10 e la rotatoria di accesso all'Autostazione "Trecasali – Terre Verdiane" che avveniva in gran parte parallelamente al raccordo autostradale.

Come da Capitolato Speciale di Appalto l'intervento è previsto limitatamente ai tratti in affiancamento al raccordo autostradale. A seguito della nuova configurazione di via Grande la PR.01 si attesta ad ovest sulla nuova rotatoria di via Grande. Ad est il tracciato termina prima del cavalcavia di S.C. Edugara. Da un punto di vista progettuale è stato studiato anche il tracciato fino alla nuova rotatoria in corrispondenza dell'autostazione e sono riportate nella presente relazione anche le verifiche di tale tratto esterno al limite di intervento.

### 3 OTTIMIZZAZIONI PROGETTUALI

Nell'ambito dello sviluppo del progetto esecutivo è stato ottimizzato l'andamento planimetrico, inserendo per tutte le curve gli elementi di transizione e rendendo quelli presenti congruenti con la norma.

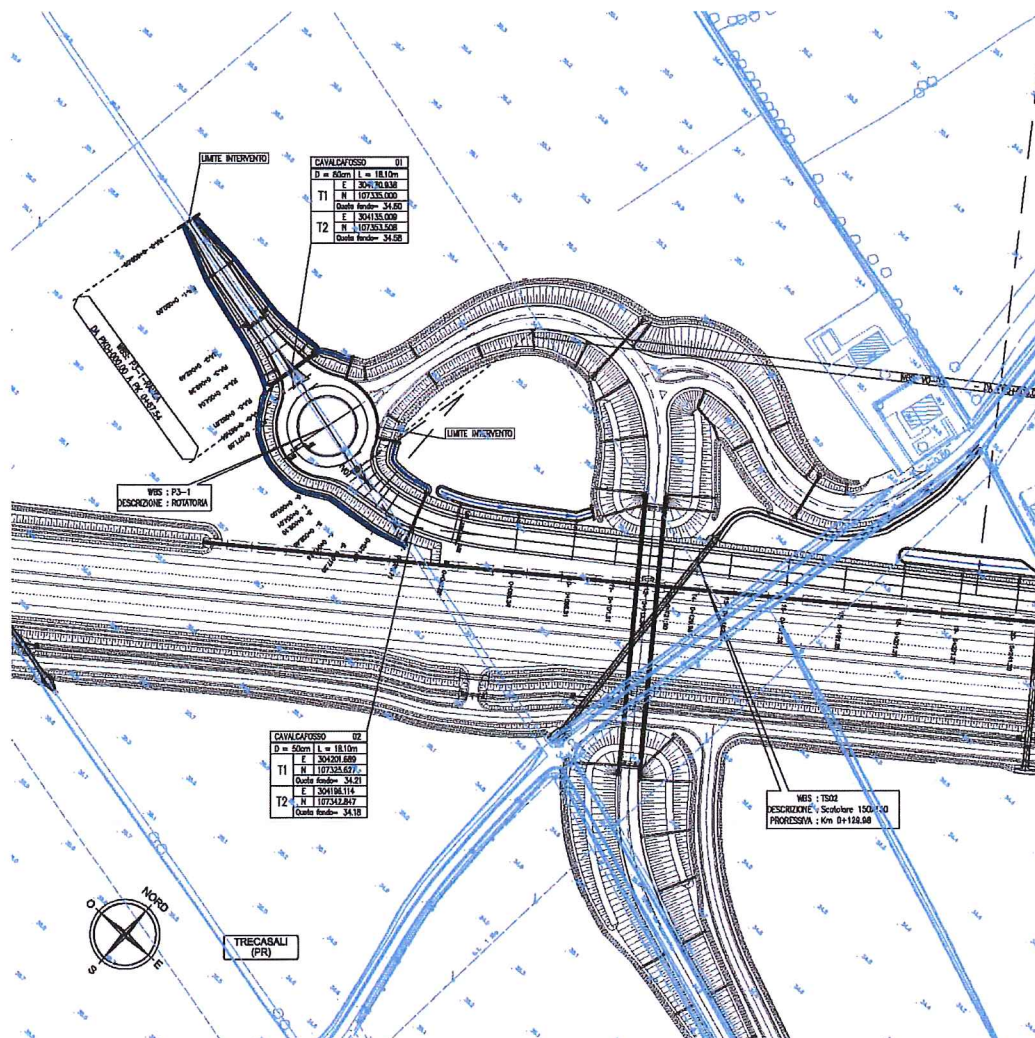
La sezione tipo in rettilineo è stata modificata da doppia falda a falda unica, la modifica consente di allontanare le acque di piattaforma direttamente verso l'esterno e non in direzione dell'autostrada.

Sono stati aggiornati gli allargamenti per la visibilità in funzione della effettiva velocità di progetto.

Il comune di Trecasali con nota del 04/10/2013 e la provincia di Parma con nota del 10/10/2013 hanno richiesto la declassificazione della strada via Grande da strada F2 a strada a destinazione particolare ex DM 6792 e una nuova configurazione meno impattante dal punto di vista del consumo di suolo e della vicinanze con le residenze limitrofe.

Pizzarotti con lettera del 29/11/2013 (lettera prot. PZ/TBRE/0053449/2013) ha comunicato ad Autocamionale della Cisa S.p.A. il recepimento di tali richieste.

Autocamionale della Cisa S.p.A. ha comunicato con lettera prot 4446 del 10 dicembre 2013 di prendere atto della proposta di variante, che dovrà essere approvata da SVCA-MIT.



## 4 IL PROGETTO

Gli interventi progettuali adottati hanno avuto come obiettivo la realizzazione in sicurezza di un tratto della nuova viabilità complanare al raccordo autostradale.

Di seguito si elencano alcuni obiettivi del processo progettuale di definizione degli interventi viabilistici:

- aumento della sicurezza per i diversi utenti della strada;
- la riorganizzazione delle intersezioni a raso;
- il miglioramento delle connessioni tra i diversi archi stradali;
- il miglioramento della sicurezza sulle manovre di svolta conflittuali;
- moderazione delle velocità veicolari;
- riduzione dei tempi di arresto nelle intersezioni;
- maggiore duttilità in presenza di rami di diversa importanza;
- maggiore flessibilità degli itinerari;
- miglioramento dei livelli di accessibilità alle diverse polarità insediate nell'area.

La progettazione è stata sviluppata secondo i seguenti passaggi che molte volte hanno presentato tra di loro un grado di correlazione e retroattività:

- definizione normativa riferimento
- definizione della sezione tipo;
- definizione delle velocità di progetto;
- costruzione tracciato piano – altimetrico
- realizzazione allargamento in curva per iscrizione veicoli
- verifica del diagramma delle velocità e delle distanze di visibilità

Per aspetti specifici di settore (ad esempio le interferenze con il reticolo idrico o le opere d'arte) si rimanda agli elaborati specifici.

Per il progetto della pavimentazione si rimanda agli elaborati RAAA1EIGEXX01GRE013 e RAAA1EIGEXX01GRE015.

Per i dispositivi di sicurezza si rimanda all'elaborato RAAA1EIGEB00GRE001.

Per il progetto della segnaletica si rimanda all'elaborato RAAA1EIGESE00GRE001.

### 4.1 ASPETTI NORMATIVI

L'intervento è relativo alla realizzazione di una nuova viabilità.

Il progetto del tratto corrente fa riferimento al D.M. 6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Per le intersezioni a raso si fa riferimento al DM 1699 "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali".

### 4.2 SEZIONI TIPO

Come prescritto da Anas (rif. Allegato B al Capitolato Speciale D'Appalto Norme Generali) la sezione tipo della variante è cambiata da F2 a F1, extraurbane locali, secondo la classificazione del D.M. 6792.

La sezione F1 ha larghezza minima di 9.00m (a fronte di 8.50m della F2), risultando costituita da una carreggiata organizzata in due corsie di marcia (una per senso di marcia) di 3.50m ciascuna e due banchine laterali pavimentate, di 1.00m ciascuna.

Il solido stradale è completato dalla presenza di arginelli di ciglio di larghezza 1.25 m con soprizzo di 10 cm rispetto alla piattaforma pavimentata per raccogliere le acque piovane che vengono conferite ai fossi al piede

del rilevato mediante embrici.

La sovrastruttura stradale, ha un'altezza complessiva di 47cm ed è così costituita:

- tappeto d'usura - non drenante 4cm;
- binder – bitume tradizionale 5cm;
- base – bitume tradizionale 8cm;
- fondazione in misto stabilizzato 30cm.

La rotatoria P3-1 ha un diametro esterno di 36m, la piattaforma stradale è composta da una corsia di larghezza di 7m e di due banchine di larghezza di 0.50m per un totale di 8m. le corsie di immissione hanno una larghezza di 3.50m mentre le corsie di uscita sono larghe 4.50m.

Il solido stradale della rotatoria è completato dalla presenza di arginelli di ciglio di larghezza 1.00 con soprizzo di 10 cm rispetto alla piattaforma pavimentata per raccogliere le acque piovane che vengono conferite ai fossi al piede del rilevato mediante embrici.

La sovrastruttura stradale, ha un'altezza complessiva di 47cm ed è così costituita:

- -tappeto d'usura non drenante 4cm;
- -binder – bitume tradizionale 5cm;
- -base – bitume tradizionale 8cm;
- -fondazione in misto stabilizzato 30cm.

Il ramo A presenta due corsie di larghezza 3.50m ciascuna e di due banchine di dimensione 1.00m per un totale di 9m.

Nel tratto di raccordo con la viabilità esistente si è provveduto con la segnaletica orizzontale al restringimento delle carreggiate mantenendo invariata la larghezza totale del solido stradale.

Il solido stradale è completato dalla presenza di arginelli di ciglio di larghezza 1.25m con soprizzo di 10cm rispetto alla piattaforma pavimentata per raccogliere le acque piovane che vengono conferite ai fossi al piede del rilevato mediante embrici.

La sovrastruttura stradale, ha un'altezza complessiva di 47cm ed è così costituita:

- -tappeto d'usura non drenante 4cm;
- -binder – bitume tradizionale 5cm;
- -base – bitume tradizionale 8cm;
- -fondazione in misto stabilizzato 30cm.

Il progetto è sempre in rilevato e presenta pendenza delle scarpate 2/3 inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

La sezione tipo delle opere è completata dalla presenza di uno strato di scotico di 20cm riempito con materiale da rilevato realizzato in terra appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o rilevato realizzato con materiale proveniente dagli scavi stabilizzato a calce o rilevato realizzato con materiale proveniente da cava stabilizzato a calce, uno strato di bonifica di spessore min. 30cm prevista con stabilizzazione a calce in sito e uno strato di anticapillare di sp. 30cm come meglio specificato nelle tavole delle sezioni tipologiche (RAAA1EIVOVO03GST001).

Nei tratti dove la viabilità interpodereale si innesta sulla strada in progetto viene asfaltata una fascia di lunghezza 5.00 metri a partire dal ciglio della carreggiata per limitare il più possibile l'immissione di terra e sassi dovuti al passaggio di mezzi agricoli.

La pendenza longitudinale di questa fascia viene fissata in un valore di 2% (legata alla verifica della visibilità vedi cap.4.7 Fig.01-02) per poi diventare variabile ai fini di raccordarsi con il piano campagna esistente. Si rimanda comunque alla tavola specifica RAAA1EIVOVO03GST001.



### 4.3 VELOCITA' DI PROGETTO

L'intervallo di velocità di progetto previsto dalla normativa per una strada di tipo F1 è pari a 40 – 100km/h per i tratti correnti.

Per le rotonde si è adottata una VP 50km/h.

### 4.4 DESCRIZIONE PLANO – ALTIMETRICA DEL TRACCIATO

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo tracciato parallelo al raccordo autostradale.

Il progetto è composto:

- Rotatoria P3-1 di diametro esterno di 36m di collegamento tra via Strada Del Lazzaretto e la nuova viabilità di raccordo SP10-autostazione Trecasali -Terre Verdiane
- Ramo A, di lunghezza 73m, di adeguamento della strada Del Lazzaretto per il tratto ad ovest della rotonda
- Viabilità principale che parte dalla nuova rotonda di via Grande con una curva in sinistra di raggio 45m seguita da un breve rettilineo di circa 160m dove si sottopassa il cavalcavia di via Grande con un franco superiore di 5.80m. In seguito il tracciato prosegue con un rettilineo di circa 95 m che immette in una curva a sinistra con raggio 1500m e prosegue con un altro tratto in rettilineo di circa 242m. Il tracciato del lotto di progetto termina alla progressiva 1+595.475m.

Nel tratto extralotto si prevede una curva in sinistra con raggio 400m nell'ambito della quale è previsto il sottopasso del cavalcavia della S.C. Edugara dei Ronchi, con franco ben sopra i 5.00m, in seguito ci si allinea ad una viabilità podereale che si innesta sulla rotonda di accesso all'autostazione con raggi planimetrici decrescenti di 250m, 200m e 60m.

Da un punto di vista altimetrico il tracciato è sempre in rilevato, con lievi pendenze inferiori all'1% ed ampi raccordi altimetrici.

La pendenza trasversale è in funzione dell'andamento planimetrico, nel tratto di progetto si è sempre mantenuta a singola falda con pendenza del 2.5% in rettilineo e variabile in curva.

Allegati alla presente relazione sono riportate le verifiche piano – altimetriche, congruenti con la velocità di progetto adottata.

#### Valori caratteristici adottati

- Velocità di Progetto (VP): 40 – 100km/h;
- Raggio planimetrico minimo: 1500.00m;
- Raggio planimetrico massimo: 5250.00m;
- Pendenza massima livelletta: 2.00%;
- Raccordo minimo concavo: 5.000m
- Raccordo minimo convesso: 15.000m

#### 4.5 SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA – OPERE D'ARTE

Lo smaltimento delle acque meteoriche nelle strade in rilevato è garantita mediante l'utilizzo di embrici adeguatamente dimensionati e con interassi calcolati al fine di riversare nei fossi di guardia e nei fossi filtro l'acqua di piattaforma. Come specificato nelle tavole idrauliche, sono stati previsti dei manufatti contro gli sversamenti accidentali, che mediante paratoie chiudono il circuito dell'acqua prima che arrivi nel reticolo idrico esistente.

Ai fini del mantenimento in esercizio del reticolo idraulico esistente, si è previsto la realizzazione di opere d'arte minore atte a risolvere le interferenze idrauliche; si tratta di tombini circolari prefabbricati con diametro DN500 e DN800. Per ogni tombino circolare è stata approntata una specifica tavola di carpenteria ed armatura.

Si riassume con la seguente tabella tutte le opere con i diametri e le rispettive progressive

CAVALCAFOSSO N°02	DN500	PK 0+030.71	WBS: VO-03
TS02	SCATOLARE 150X150	PK 0+159.22	WBS: VO-03
TS03	SCATOLARE 150X100	PK 0+249.49	WBS: VO-03
TT07	DN1000	PK 0+687.83	WBS: VO-03
TT57	DN1000	PK 0+964.00	WBS: VO-03
TS04	SCATOLARE 300X200	PK 1+144.23	WBS: VO-03
TT08	DN1000	PK 1+319.86	WBS: VO-03
CAVALCAFOSSO N°01	DN800	PK 0+062.61	WBS: RAMO A
Tratto extralotto			
TS05	SCATOLARE 300X250	PK 1+666.01	WBS: VO-03

#### 4.6 ALLARGAMENTI PER L'ISCRIZIONE DEL VEICOLO IN CURVA

Come previsto dal DM 6792 allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato sono previsti allargamenti E per ciascuna corsia pari a

$$E = K / R$$

Con K=45m

R=raggio esterno (in m) della corsia, che nel nostro caso è assumibile pari a quello della carreggiata.

Poiché il raggio minimo è 1500m il valore dell'allargamento sarebbe di 0.03m; considerando che la normativa non prevede allargamenti per valori inferiori a 0.20m non sono stati previsti gli allargamenti per l'iscrizione in curva.

#### 4.7 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'E DI VISUALE LIBERA

Il diagramma delle velocità e delle visuali libere è riportato negli specifici elaborati RAAA1EIVOVO03KDV001 ai quali si rimanda.

Tali elaborati riportano le principali caratteristiche geometriche del tracciato di entrambe le direzioni, evidenziando gli allargamenti del margine esterno previsti per garantire la distanza di visibilità per l'arresto

Il diagramma di velocità viene redatto in funzione dell'intervallo delle velocità di progetto e delle caratteristiche planimetriche conformemente al DM 6792.

Per le riduzioni di velocità in approccio alle rotatorie si è tenuto conto della velocità di attraversamento delle intersezioni, pari cautelativamente a 50km/h, introducendo un elemento di tracciato (curva) che consenta all'utente di avere una corretta percezione del tracciato, riducendo la velocità di percorrenza nei tratti di strada in avvicinamento alle stesse.

Nel tratto di progetto è sempre garantita la velocità massima di 100 km/h, ad eccezione del tratto di raccordo con la rotatoria iniziale.

Nel tratto extralotto si ha una graduale diminuzione della velocità con salti di 10 km/h fino a raggiungere in seguito gradualmente la velocità di accesso alla rotatoria.

L'analisi del diagramma delle velocità evidenzia una buona omogeneità del tracciato, con differenze di velocità tra tronchi omogenei successivi non superiori ai 10km/h.

Con gli andamenti planimetrici ed altimetrici prima descritti, sulla base delle sezioni tipo e degli elementi marginali previsti lungo lo sviluppo del tracciato, sono state costruiti graficamente e verificati gli allargamenti necessari per garantire all'utente in transito le necessarie distanze di visibilità.

Nel caso in cui si rilevino insufficienti distanze di visuale libera bisognerà adottare i provvedimenti necessari per allontanare dalla carreggiata gli ostacoli alla visibilità.

Negli elaborati di progetto è possibile individuare le zone allargate della piattaforma stradale. Sono state calcolate e rappresentate in un diagramma le distanze di visuale libera e di visibilità previste dalla normativa, effettuando un'analisi della visibilità tridimensionale.

Le impostazioni dei più importanti parametri di verifica (altezza del punto di vista, altezza dell'oggetto da vedere, percorso del punto di vista, percorso dell'oggetto da vedere, coefficienti di aderenza longitudinale, ecc.) sono gli standard proposti dalla normativa di riferimento.

Per la determinazione delle verifiche di visibilità si sono utilizzati i seguenti dati:

Velocità di progetto ( $V_p$ ) = velocità attribuita ad ogni punto di un tracciato stradale in base all'andamento plano-altimetrico. La velocità di progetto in un determinato punto del tracciato si deduce dal diagramma di velocità.

Distanza di visuale libera per l'arresto ( $D_{v,a}$ ) = lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé ai fini dell'arresto di fronte ad un ostacolo fisso.

Distanza di visibilità per l'arresto ( $D_a$ ) = spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto; la distanza si ottiene sommando lo spazio di reazione e lo spazio di frenata. La distanza di visibilità per l'arresto è funzione della velocità di progetto, da desumere puntualmente dal diagramma di velocità, del tipo di strada, da cui dipendono i valori dei coefficienti di aderenza longitudinale  $f(V)$  e della pendenza longitudinale dell'asse ( $i$ ).

Le modalità predefinite di esecuzione delle verifiche di visibilità (numero e tipo di verifiche, altezza del punto di vista, altezza dell'ostacolo, coefficienti di aderenza longitudinale) corrispondono a quanto previsto dal D.M. 6792.

Le verifiche da effettuare nelle strade con almeno due corsie per senso di marcia riguardano le seguenti distanze di visibilità:

- distanza di visibilità per l'arresto ( $D_a$ );
- distanza di visibilità per il sorpasso ( $D_s$ ).

Le distanze di visuale libera e di visibilità vengono determinate per entrambi i sensi di marcia.

La distanza di visuale libera per l'arresto ( $D_{v,a}$ ) viene valutata facendo scorrere il punto di vista lungo ciascuna delle polilinee 3d (asse corsia direzione di marcia), (asse corsia direzione inversa). Le distanze di visuale libera per l'arresto si valutano con un determinato passo lungo il tracciato; per ciascuna progressiva individuata sul tracciato il punto di vista ( $P_v$ ) viene posizionato ad un'altezza  $h_1$  pari a 1.10 m al di sopra delle polilinee sopra menzionate, l'oggetto da vedere ( $P_t$ ) ad un'altezza  $h_2$  pari a 0.10 m sulla stessa polilinea dove è collocato il punto di vista; l'oggetto viene spostato in punti via via più lontani dal punto di vista finché il raggio visuale che collega  $P_v$  e  $P_t$  incontra un ostacolo. In quell'istante viene valutata la distanza di visuale libera per l'arresto ( $D_{v,a}$ ) come differenza di progressive relative ai punti  $P_t$  e  $P_v$ . La distanza di visuale libera per l'arresto sarà in seguito confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto ( $D_a$ ), calcolata secondo normativa.

Nel caso specifico l'arresto è garantito sull'intero sviluppo del tracciato senza la necessità di allargamenti stante gli elevati valori dei raggi di curvatura. Nei tratti extralotto per la curva con raggio 400m è previsto un allargamento interno curva fino a 3.10m, anche la prima curva con raggio 250m prevede allargamento interno curva, le curve successive non presentano allargamenti stante la diminuzione della velocità di progetto.

Per quanto riguarda la visibilità per il sorpasso essa è pari a  $5,5 V$  (km/h).

Adottando il valore di 100 km/h risultante dal massimo del diagramma delle velocità il valore massimo di ricerca è pari a 550m.

Il tracciato è dotato di barriere di sicurezza che cautelativamente sono state considerate ostacolo per la corretta visione del mezzo proveniente dalla direzione opposta.

La distanza di visuale libera è superiore alla distanza di sorpasso:

- per la direzione a progressive crescenti
  - nel primo rettilineo in uscita dalla rotonda per circa 220m, pari al 8% del tracciato di progetto, In tale tratto potrebbe essere consentito il sorpasso;
- per la direzione a progressive decrescenti
  - dal analisi del diagramma delle velocità e delle distanze di arresto non vengono individuati tratti in cui è garantita la visibilità per il sorpasso;

Nel tratto extralotto il sorpasso sarà sempre vietato poiché sebbene si abbassi la distanza per il sorpasso per la diminuzione della velocità la distanza di visuale libera per il sorpasso stante la presenza di curve maggiormente significative si abbassa maggiormente.

La percentuale in cui è garantito il sorpasso è inferiore al 20% previsto nella normativa, ma si ritiene tale valore comunque migliorativo rispetto al progetto a base gara, in quanto è stata migliorata la visibilità avendo rettificato il tratto parallelo all'autostrada.

Si sono inoltre effettuate le verifiche di visibilità dove le viabilità interpoderali si innestano sulla strada in progetto, seguendo lo schema della distanza della visibilità nelle intersezioni a raso riportato nel DM 1699 "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali del 19.04.2006 al Cap.4.6.

Si riporta in allegato (Fig.01-Fig.02) la costruzione del triangolo di visibilità ottenuto dalla formula  $D=V \times T$  dove si desume la velocità dal diagramma del asse principale nel nostro caso  $V_p=90\text{km/h}$  e con presenza obbligatoria del segnale di Stop  $T=6\text{s}$ .

Tutti gli accessi verificano queste condizioni di visibilità grazie alla geometria dei raggi di tangenza con l'asse interferito, ma soprattutto con il divieto di posizionare oggetti di aventi dimensione planimetrica superiore a 0.80m all'interno dei triangoli evidenziati con il tratteggio. Si prescrive l'utilizzo di barriere bordo rilevato di altezza minore di 1m per garantire le condizioni di verifiche.

Si riportano di seguito gli schemi relativi ai singoli accessi progettati:

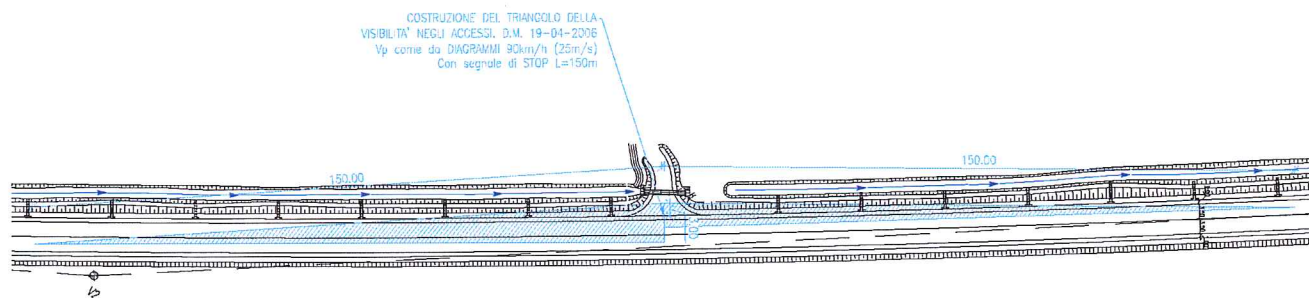


Fig. 01

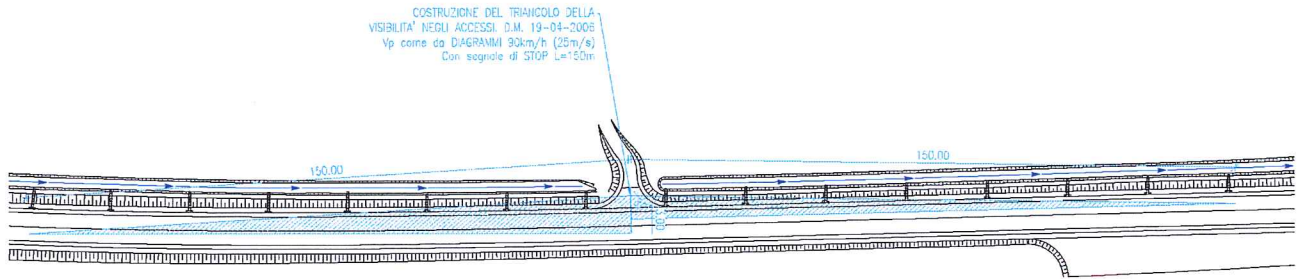


Fig. 02

## 5 VERIFICHE PLANIMETRICHE-ALTIMETRICHE

Nella progettazione degli assi si è tenuto conto della aderenza alle prescrizioni normative e le verifiche di rispondenza sono automaticamente eseguite dal programma Strato in particolare in merito a:

- raggi planimetrici minimi e massimi;
- parametri delle curve di transizione;
- sviluppi massimi e minimi dei rettili e delle curve;
- raggi altimetrici massimi e minimi;
- pendenze trasversali e longitudinali massime e minime.

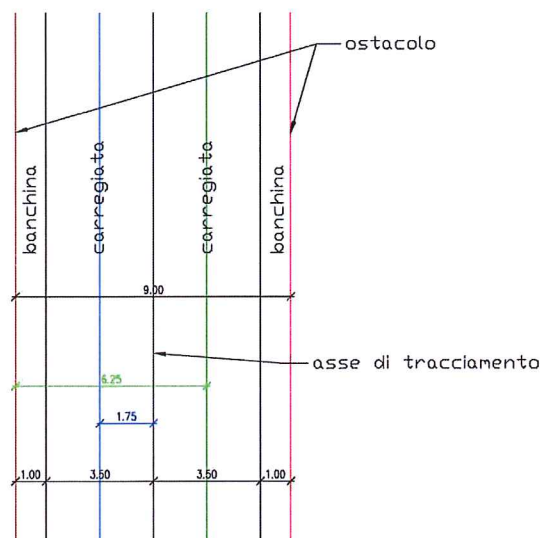
Le verifiche quindi allegate di seguito sono quelle relative alle visibilità piano altimetriche. Esse sono svolte supponendo il limite di visibilità coincidente con i limiti della carreggiata pavimentata eventualmente dotata di allargamenti ove previsti.

Vi può essere un caso di indicazione di verifica non soddisfatta in corrispondenza dell'inizio e della fine degli assi (a seconda del senso di percorrenza). Questo caso si manifesta poiché ci si trova in prossimità di una intersezione e la velocità di progetto dell'asse non è veritiera poiché nell'ultimo tratto le verifiche perdono di significato. In sostanza a partire dalle intersezioni per un tratto pari a circa la distanza di arresto l'eventuale verifica alle rispondenze normative dell'asse sono ignorate e la visibilità viene verificata con altri criteri propri delle intersezioni.

### 5.1 VERIFICHE ASSI STRADALI IN LINEA

I dati essenziali di tracciamento degli assi sono indicati negli elaborati appositi allegati al progetto, si riportano qui solo le verifiche inerenti il rispetto delle distanze di visibilità piano altimetrica nella corsia di marcia e nella corsia di sorpasso, ovviamente solo in un senso. La dicitura DX corrisponde alla carreggiata nel senso delle progressive crescenti. Il diagramma delle velocità è rappresentato in un elaborato apposito.

Le verifiche sono suddivise in verifiche altimetriche e verifiche planimetriche separatamente, i parametri per il calcolo sono riferite all'asse di tracciamento della carreggiata, ad esempio per una sezione tipo F1 con riferimento alla figura seguente.



## 6 TABULATI VERIFICHE

VERIFICA NORMATIVA												DATA		PAG. 1	
Asse n. 4 PR01												Tipo strada F - Locale extraurbana		Velocita' di progetto 40-100	
CURVA	PROGRESSIVA	VELOCITA'	RETT. ENTRATA	PARAM. ENTRATA	RAGGIO	RAPPORTO	LUNG. CERCHIO	PARAM. USCITA	RETT. USCITA	SOPRALEV.	ALLARGAM.				
(m)	(m)	(Km/h)	(m)	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(%)	(m)				
1 [A]	36.17	40-50	4.00		45.00	45.00	11.20	48.90	158.32	7.00	0.00				
2 [B]	535.81	40-100	158.32	NO OK	5250.00	45.00 < Ir	618.30	NO OK	94.82	NO OK	7.00	0.00			
	Normativa	100	88.8	2200.0	158.32	158.32	69.44		150.0	2200.0	2.50	0.00			
3	1144.60	40-100	94.82	NO OK	500.00		76.32	500.00	242.06	7.00	0.00				
	Normativa	100	150.0	2200.0	500.00	242.06	69.44	500.00	150.0	2200.0	3.18	0.00			
4 [C]	1928.81	40-90	242.06	146.01	400.00		568.05								
	Normativa	90	150.0	1980.0	146.01	400.00	62.50								

[A] LA CURVA E POSIZIONATA IN INGRESSO ALLA ROTATORIA P3-1 PERTANTO SI OMETTONO LE VERIFICHE.  
 [B] LA NORMA PREVEDE CHE CON RAGGIO PARI A 525m SI PUO' MANTENERE LA SEZIONE TIPO COME IN RETTILINEO E QUINDI NON SONO NECESSARIE LE CIOTOIDI DI TRANSIZIONE.  
 [C] I PARAMETRI IN USCITA ALLA CURVA SONO OMESSI INQUANTO FUORI LOTTO.

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'												DATA		PAG. 1	
Asse n. 4 PR01												Tipo strada F - Locale extraurbana		Velocita' di progetto 40-100	
PROGRESSIVA	VELOCITA'	ACCELERAZIONE	(Dt)	LUNGHEZZA DI	(Dr)	DISTANZA DI	(D)	DISTANZA DI	VERIFICA	DELTA V	VERIFICA				
(m)	(Km/h)	(m/s <sup>2</sup> )	TRANSIZIONE (m)	RICONOSCIMENTO (m)	TRANSIZIONE (m)	D	(Km/h)	DELTA V							
0.000	50.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						
13.008	50.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						
374.698	100.	0.80	361.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.		Dv>10				
1538.381	100.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						
1630.011	90.	-0.80	91.628	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.		OK				

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'												DATA		PAG. 2	
Asse n. 4 PR01												Tipo strada F - Locale extraurbana		Velocita' di progetto 40-100	
PROGRESSIVA	VELOCITA'	ACCELERAZIONE	(Dt)	LUNGHEZZA DI	(Dr)	DISTANZA DI	(D)	DISTANZA DI	VERIFICA	DELTA V	VERIFICA				
(m)	(Km/h)	(m/s <sup>2</sup> )	TRANSIZIONE (m)	RICONOSCIMENTO (m)	TRANSIZIONE (m)	D	(Km/h)	DELTA V							
1663.961	90.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						
1572.331	100.	0.80	91.628	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.		OK				
408.648	100.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						
46.958	50.	-0.80	361.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.		Dv>10				
33.950	50.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.						

I VALORI DI DELTA V SUPERIORI A 10 Km/h SONO DOVUTI AL INGRESSO IN ROTATORIA CHE PRESENTA UNA VP DI 50 Km/h

Asse n. 4 PR01		Tipo strada F - Locale extraurbana				Velocita' di progetto 40-100	
Larghezza carreggiata 7.00-Spostam.raggio di marcia 1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.50-Distanza ostacolo destra 4.50		Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10					
PROGRESSIVA	VELOCITA'	VISIBILITA'	VISIBILITA'	VISIBILITA'	DISTANZA DI	VERIFICA	
(m)	(Km/h)	PLANIMETRICA (m)	ALTIMETRICA (m)	MINIMA (m)	ARRESTO (m)		
0.000	50.	54.000	500.000	54.000	54.095		NO OK [A]
30.000	52.	500.000	500.000	500.000	57.857		OK
192.791	75.	500.000	500.000	500.000	101.034		OK
294.245	89.	500.000	500.000	500.000	132.955		OK
670.000	100.	500.000	385.239	385.239	164.382		OK
899.981	100.	327.014	315.000	315.000	164.353		OK
933.172	100.	308.731	287.750	287.750	163.980		OK
949.768	100.	301.116	275.125	275.125	163.798		OK
966.364	100.	296.091	264.500	264.500	163.615		OK
982.960	100.	292.408	255.375	255.375	163.433		OK
990.000	100.	291.000	252.635	252.635	163.356		OK
995.406	100.	291.000	250.531	250.531	163.297		OK
1000.000	100.	291.000	248.744	248.744	163.246		OK
1000.074	100.	291.007	248.715	248.715	163.246		OK
1004.742	100.	291.474	248.898	248.898	163.194		OK
1011.743	100.	292.349	248.674	248.674	163.118		OK
1016.994	100.	293.399	250.505	250.505	163.060		OK
1022.216	100.	294.665	333.210	294.665	163.003		OK
1032.747	100.	298.648	500.000	298.648	162.913		OK
1042.150	100.	304.935	414.552	304.935	162.887		OK
1062.648	100.	330.031	500.000	330.031	162.951		OK
1104.257	100.	492.534	489.088	489.088	163.820		OK
1110.000	100.	500.000	487.582	487.582	163.946		OK
1190.000	100.	500.000	466.602	466.602	165.934		OK
1261.571	100.	436.429	447.832	436.429	167.084		OK
1272.372	100.	425.865	445.000	425.865	167.026		OK
1283.222	100.	416.100	432.052	416.100	166.811		OK
1335.217	100.	367.305	370.000	367.305	165.507		OK
1366.639	100.	338.025	334.500	334.500	164.719		OK
1398.062	100.	309.745	301.000	301.000	163.949		OK
1421.628	100.	289.535	278.250	278.250	163.432		OK
1429.484	100.	282.465	272.000	272.000	163.260		OK
1445.195	100.	269.844	258.500	258.500	162.915		OK
1460.906	100.	257.275	247.000	247.000	162.570		OK
1476.618	100.	244.706	237.000	237.000	162.225		OK
1492.329	100.	232.370	229.000	229.000	161.880		OK
1504.112	100.	224.121	224.250	224.121	161.622		OK
1508.040	100.	221.372	224.000	221.372	161.536		OK
1515.896	100.	215.873	221.500	215.873	161.363		OK
1523.751	100.	210.749	221.000	210.749	161.245		OK
1530.956	100.	206.522	220.357	206.522	161.191		OK
1538.160	100.	202.920	221.713	202.920	161.164		OK
1544.030	99.	199.985	224.749	199.985	159.544		OK
1549.900	99.	197.050	229.785	197.050	157.921		OK
1552.834	98.	195.299	233.803	195.299	157.105		OK
1553.457	98.	194.926	235.080	194.926	156.932		OK
1555.769	98.	193.539	239.821	193.539	156.289		OK
1558.704	98.	191.778	247.839	191.778	155.472		OK
PROGRESSIVA 1+595.475 FINE LOTTO							
1561.639	97.	190.181	259.857	190.181	154.651		OK

[A] AL INTERNO DELLA ROTATORIA P3-1



VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO DATA PAG. 3  
 Asse n. 4 PRO1 Tipo strada F - Locale extraurbana Velocita' di progetto 40-100  
 Larghezza carreggiata 7.00-Spostam. raggio di marcia 1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.50-Distanza ostacolo destra 4.50  
 Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10

PROGRESSIVA (m)	VELOCITA' (Km/h)	VISIBILITA' PLANIMETRICA (m)	VISIBILITA' ALTIMETRICA (m)	VISIBILITA' MINIMA (m)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	VERIFICA
1653.037	90.	471.000	494.700	471.000	138.995	OK
PROGRESSIVA 1+595.475 FINE LOTTO						
1523.751	100.	361.643	481.000	361.643	167.374	OK
1508.040	100.	347.503	458.688	347.503	166.987	OK
1492.329	100.	333.363	438.375	333.363	166.593	OK
1460.906	100.	306.082	399.750	306.082	165.805	OK
1445.195	100.	292.726	380.437	292.726	165.411	OK
1429.484	100.	280.157	363.125	280.157	165.017	OK
1413.773	100.	267.588	344.812	267.588	164.623	OK
1398.062	100.	255.020	328.500	255.020	164.229	OK
1382.350	100.	243.519	311.937	243.519	163.865	OK
1366.639	100.	232.521	297.375	232.521	163.520	OK
1350.928	100.	222.735	282.812	222.735	163.176	OK
1335.217	100.	214.090	270.250	214.090	162.831	OK
1319.506	100.	206.234	259.687	206.234	162.486	OK
1303.794	100.	199.303	251.125	199.303	162.141	OK
1295.939	100.	196.161	248.843	196.161	161.969	OK
1288.083	100.	193.514	248.562	193.514	161.796	OK
1284.155	100.	192.395	248.422	192.395	161.710	OK
1281.209	100.	191.452	250.318	191.452	161.646	OK
1279.000	100.	190.789	250.737	190.789	161.597	OK
1277.343	100.	190.292	252.055	190.292	161.567	OK
1276.100	100.	189.919	254.043	189.919	161.552	OK
1275.168	100.	189.639	255.528	189.639	161.540	OK
1274.469	100.	189.430	256.649	189.430	161.532	OK
1273.945	100.	189.272	257.497	189.272	161.525	OK
1273.552	100.	189.154	258.110	189.154	161.520	OK
1273.257	100.	189.066	258.583	189.066	161.517	OK
1273.036	100.	189.000	259.937	189.000	161.514	OK
1272.870	100.	188.967	259.953	188.967	161.512	OK
1272.745	100.	188.942	259.950	188.942	161.510	OK
1272.652	100.	188.923	261.002	188.923	161.509	OK
1272.372	100.	188.867	500.000	188.867	161.506	OK
1258.670	100.	186.563	401.122	186.563	161.452	OK
1243.037	100.	185.000	466.288	185.000	161.452	OK
1234.950	100.	185.000	500.000	185.000	161.505	OK
1233.037	100.	185.000	500.000	185.000	161.538	OK
1093.037	100.	425.000	500.000	425.000	164.658	OK
1032.747	100.	411.855	500.000	411.855	165.413	OK
899.981	100.	348.083	500.000	348.083	163.841	OK
891.133	100.	345.619	500.000	345.619	163.816	OK
843.037	100.	339.000	500.000	339.000	163.816	OK
563.037	100.	339.000	500.000	339.000	163.816	OK
463.037	100.	407.000	500.000	407.000	163.816	OK
294.245	89.	261.208	500.000	261.208	120.902	OK
192.791	75.	160.754	500.000	160.754	88.788	OK
79.856	59.	54.773	500.000	54.773	60.338	NO OK [A]
43.037	54.	35.000	500.000	35.000	52.731	NO OK [A]
33.037	53.	39.000	500.000	39.000	52.648	NO OK [A]
7.266	50.	39.000	500.000	39.000	52.453	NO OK [A]
0.000	50.	39.000	500.000	39.000	52.434	NO OK [A]

[A] AL INTERNO DELLA ROTATORIA P3-1

## 7 VERIFICHE DI CAPACITÀ E DEI LIVELLI DI SERVIZIO ROTATORIA P3-1

La verifica delle prestazioni del progetto di sistemazione della rotatoria è stata effettuata con il software CIVILDesign. Le indicazioni fornite dal modello, hanno il duplice scopo di fornire indicazioni approssimate sulla saturazione e sull'incidenza della geometria in funzione di comportamenti standard dei guidatori e supportare la definizione delle caratteristiche del progetto. Sulla base della matrici delle origini e delle destinazioni (O/D) delle intersezioni e delle geometrie dei progetti si stima il rapporto tra capacità teorica e portata, in modo da ottenere una stima ragionevole delle prestazioni dei singoli rami.

Nelle tabelle restituite dal programma si trovano riportati, quindi, i dati essenziali delle geometrie e dei risultati ottenuti dai test delle prestazioni, in cui:

- **riserva di capacità** è il rapporto tra la quantità di traffico prevista sul ramo e la capacità all'entrata fornito. Il rapporto è computato in valore assoluto (veicoli all'ora) e in valore percentuale; fornisce la misura di quanti veicoli possono passare prima della formazione di attese in ingresso alla rotonda;
- **coda di attesa o lunghezza dell'accumulo** è espressa in veicoli in attesa di entrare nella rotonda come valore massimo stimato o come valore medio durante l'ora, mentre in realtà, poiché l'arrivo dei veicoli è fortemente casuale, si potrebbero verificare attese maggiori di quelle stimate;
- **attesa media** è espressa in secondi di attesa rispetto al singolo veicolo e nel complesso come valore medio nell'ora del tempo perso per tutti i veicoli in attesa all'ingresso nella rotonda.

La valutazione, in mancanza di una normativa specifica per le intersezioni regolamentate tramite rotatoria, avviene confrontando i risultati della simulazione con i livelli di servizio riferiti dalla norma Svizzera VSS

n° 640-024 e riportati nella tabella seguente:

LOS	Qualità della circolazione	Formazione di code di attesa	Tempo di ritardo (sec.)
A	Eccellente	Nessun veicolo in coda	<10
B	Buona	Qualche veicolo in coda	<15
C	Soddisfacente	Presenza temporanea di file di attesa	<25
D	Sufficiente	Presenza stabile di file di attesa	<45
E	Insufficiente	Presenza stabile di file di attesa	>45
F	Totalmente insufficiente	Presenza stabile di file di attesa non assorbita	>>45

La metodologia utilizzata dal programma è di fatto conforme a quella richiesta dalla Regione Lombardia (Allegato A – linee guida per le zone di intersezione – par.3.A.2.1 “il calcolo della capacità delle rotatorie”) che fa riferimento a quella francese proposta dal SETRA.

### 7.1 VERIFICA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

La soluzione progettuale adottata per la regolazione delle intersezioni a raso è stata sviluppata attraverso la realizzazione di una rotatoria extraurbana, che garantiscono adeguati livelli di sicurezza, velocità moderate e diminuzione dei punti di conflittualità tra le differenti manovre di svolta.

La verifica è stata condotta con lo scenario che la viabilità sia completa e collegata al attuale S.P. 10 e alla rotatoria dell'autostazione “Trecasali-Terre Verdiane”

La funzionalità delle nuove rotatorie deve ovviamente mantenersi su livelli ottimali nel tempo, tanto da poter assorbire flussi veicolari anche maggiori nell'arco della vita utile dell'opera. La verifica si è quindi basata sulla previsione dei flussi di traffico a medio termine e, in via cautelativa, a lungo termine, prendendo come dato di partenza la proiezione del TGM (Traffico Giornaliero Medio) agli anni 2012 e 2042.

Nella seguente tabella si riportano i valori del TGM utilizzati dedotti dal elaborato RAAATSTPDG108.01.01 e che saranno usati come dati di partenza per le successive verifiche.

Per il collegamento con Via Grande, non sono disponibili i dati di traffico ma si ipotizzano bassi volumi di traffico ( vedi

richiesta di declassificazione della strada via Grande da strada F2 a strada a destinazione particolare ex DM 6792) tali da potere considerare un TGM di 1000 veic./giorno, valore ampiamente cautelativo che verrà mantenuto anche nello scenario di verifica al 2042.

OPERA	PROVINCIA	COMUNE	ROTATORIA	RAMI	NOME RAMO	TGM 2012	TGM 2042
PR01 raccordo S.P. 10 – Autostazione “Trecasali-Terre Verdiane”	Parma	Trecasali	P3-1	1	Ramo A “ raccodo S.P. 10 con rotatoria P3-1 “	4300	7400
				2	VO-03 “ raccordo rotatoria P3-1 con l’autostazione “	4300	7400
				3	Collegamento con via Grande	1000	1000

Si è in primo luogo applicato un coefficiente di omogeneizzazione pari a 2 per il traffico pesante (1 pesante=2 leggeri) in modo da utilizzare per le verifiche un TGM espresso in veicoli equivalenti.

Il valore del TGM, nella sezione di riferimento, consiste però nel flusso veicolare bidirezionale. Si è ammessa, quindi, una situazione di equilibrio tra le due direzioni, considerando il 50% del TGM come flusso giornaliero medio nei due sensi di marcia della sezione analizzata. Per ottenere la matrice O/D dell’intersezione si è considerato, inoltre, come flusso dell’ora di punta il 10% del valore precedentemente ottenuto. Questo è il valore del flusso veicolare che si immette nell’intersezione dalla sezione di riferimento nell’ora di punta della giornata.

Si è quindi passati all’assegnazione del flusso veicolare ai differenti movimenti di svolta consentiti dalla soluzione progettuale. La metodologia adottata per l’assegnazione si basa essenzialmente sulla gerarchia delle viabilità convergenti sul nodo; nel caso di flussi veicolari noti, si è assegnato un peso percentuale più alto alle manovre di svolta sulle viabilità a gerarchia maggiore, mentre si sono applicati pesi proporzionalmente inferiori alle viabilità a gerarchia via via inferiori, fino alle viabilità interpoderali, sempre perseguendo il maggior bilanciamento possibile fra ingressi e uscite sui vari rami. In caso di mancanza di dati si sono ipotizzati carichi veicolari secondo una metodologia di assegnazione delle manovre di svolta sui vari rami, basata sulla gerarchia delle viabilità considerate.

L’adozione di tale metodologia ha poi permesso di valutare il sistema viario e le scelte progettuali di riorganizzazione a fronte di uno scenario critico, ponendosi quindi su un livello comunque cautelativo.

Si è potuta così ricostruire una matrice O/D sulle intersezioni oggetto di intervento e proseguire con la verifica della soluzione progettuale adottata.

Questa classe di modelli quantitativi mette in relazione la domanda di trasporto (suddivisa in flusso di ingresso, di uscita, flusso circolante sull’anello) con le caratteristiche geometriche della rotatoria (diametro dell’isola centrale, larghezza dell’anello, larghezza delle corsie, larghezza delle isole spartitraffico) per determinare il grado di saturazione dei singoli rami e il tempo perso da ciascun veicolo in approccio per effetto delle eventuali code.

In sintesi, per ciascun ramo e per l’anello di rotazione sono stati definiti i valori di flusso per quanto riguarda:

- l’ingresso;
- l’uscita;
- il traffico di conflitto interno all’anello.

I risultati dell’applicazione del modello, sono riportati negli allegati sviluppati per le singole rotatorie.

## 7.2 CONCLUSIONI

I valori ottenuti confermano una buona capacità delle rotatorie di progetto nell’ambito delle Opere di Protocollo di assorbire la domanda di trasporto che le impegna. La riserva di capacità per ramo rimane sempre buona e gli accumuli (code veicolari, tempi persi per veicolo) risultano essere contenuti anche nel lungo periodo (2042). I valori di accumulo riscontrati sui singoli rami sono generalmente molto contenuti, con tempi di attesa media per veicolo inferiori ai 10 secondi; le simulazioni effettuate evidenziano quindi complessivamente buoni risultati (LOS A).

Per la rotatoria specifica P3-1 i risultati ottenuti per il medio termine (2012) confermano la capacità della rotatoria di assorbire la domanda di trasporto che impegnerà l’intersezione, presentando più che buone riserve di capacità e accumuli veicolari

risultano pressoché nulli.

Nel lungo termine (2042) le riserve di capacità si attestano complessivamente su discreti livelli e gli accumuli risultano relativamente contenuti.

I livelli di servizio risultano complessivamente buoni.

## 7.3 ALLEGATI PER LA VERIFICA DIMENSIONALE DELLA ROTATORIA SCENARIO 2012

### Metodo Setra

#### Caratteristiche geometriche rotatoria e innesti

SEP [M]	ENT [M]
4.60	3.50
4.50	3.50
2.90	3.50

#### Capacità dei bracci

NOME	Q'E [EPH]	Q'U [EPH]	QD [EPH]	K' [EPH]	$\Delta$	K [EPH]	Qe,K [EPH]	$\Delta K$ [EPH]
VIA GRANDE	50.00	31.89	247.66	1,156.64	5.95	656.25	194.32	461.93
RAMO A	230.00	162.40	144.59	1,228.78	4.02	936.64	893.85	42.79
VO-03	230.00	187.15	160.32	1,217.77	3.89	893.85	893.85	0.00

#### Capacità totale della rotatoria

Q*E [EPH]
663.01
675.19
895.12

#### Livello di servizio

NOME	x	TM [S]	LM	LM [M]	LMAX	LMAX [M]	LOS
VIA GRANDE	0.04	8.25	0.11	0.69	0.14	0.81	A
RAMO A	0.19	8.60	0.55	3.30	0.69	4.12	A
VO-03	0.19	8.64	0.55	3.31	0.69	4.17	A

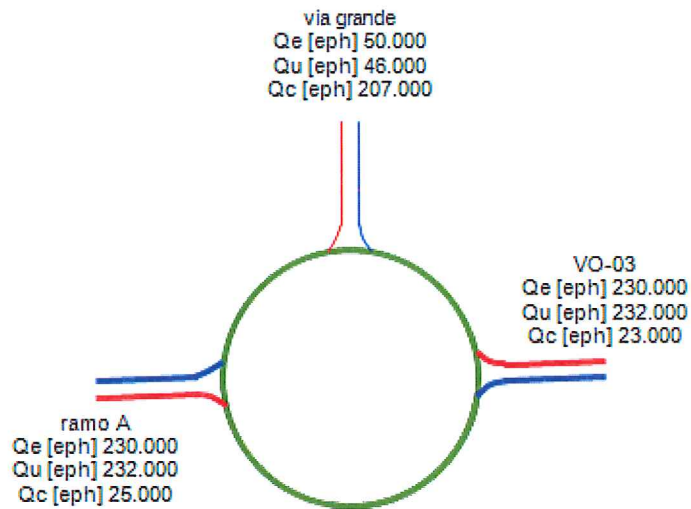
$\delta$  minimo: = 3.89

Qe,k tot [eph]: = 1982.0

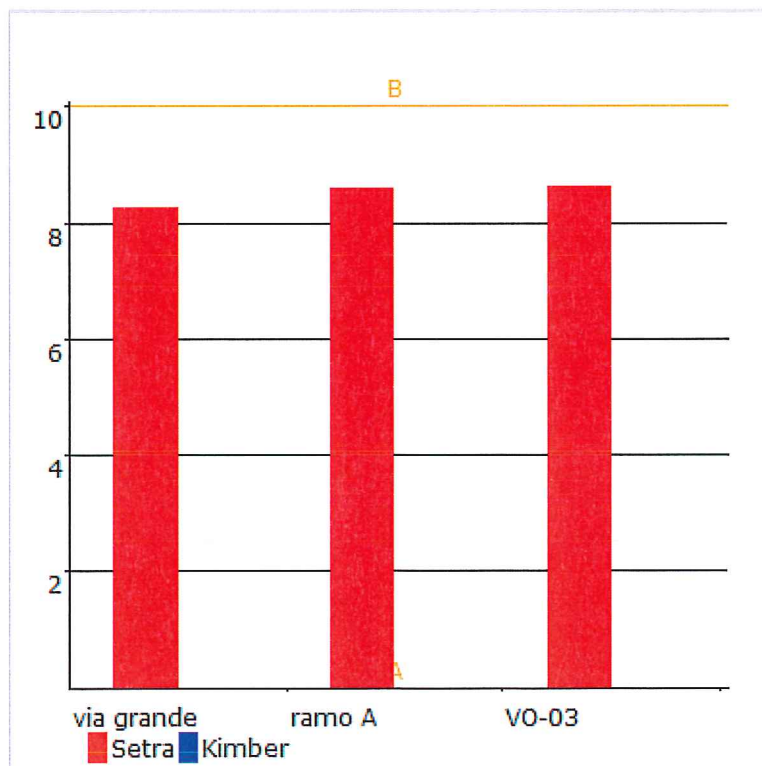
Ctot [eph]: = 2233.3

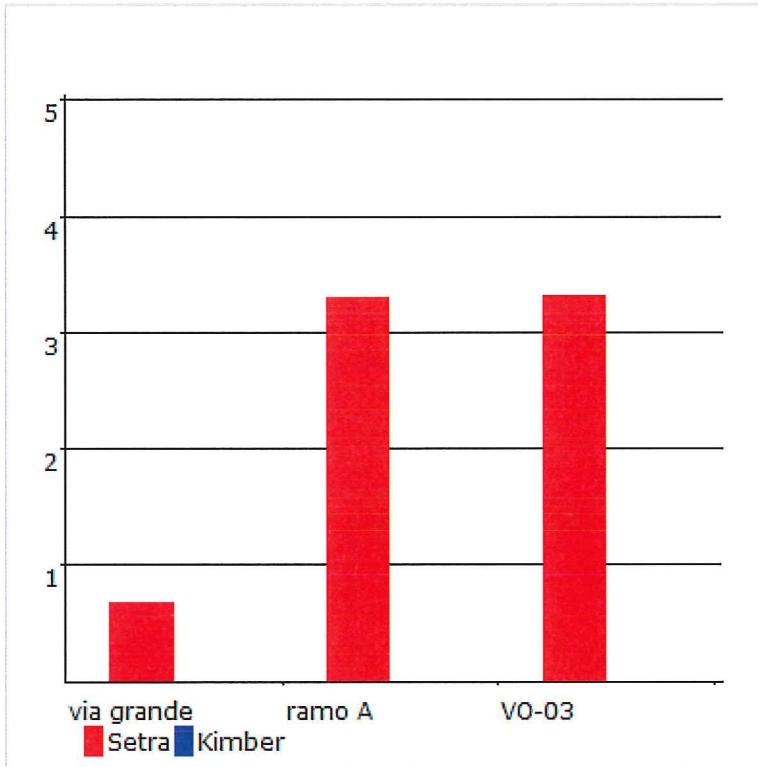
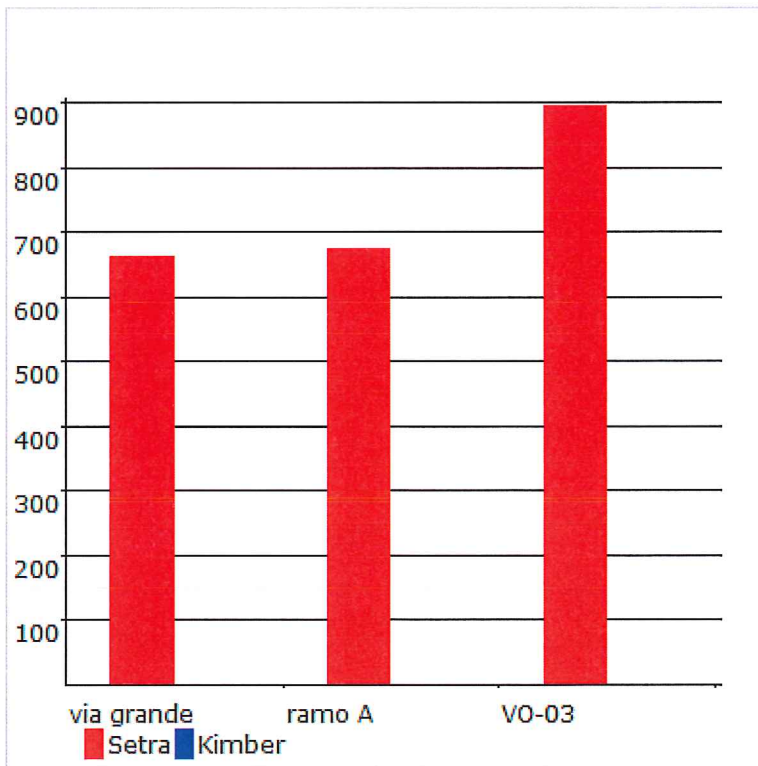
## Grafici

### Diagramma di flusso



### T. medio di attesa - tm[s]



**L. media coda [m] - Lm [m]**

**Capacità tot. - Q\*e [eph]**


## 7.4 ALLEGATI PER LA VERIFICA DIMENSIONALE DELLA ROTATORIA SCENARIO 2042

### Metodo Setra

#### Caratteristiche geometriche rotatoria e innesti

SEP [M]	ENT [M]
4.60	3.50
4.50	3.50
2.90	3.50

#### Capacità dei bracci

NOME	Q'E [EPH]	Q'U [EPH]	QD [EPH]	K' [EPH]	$\Delta$	K [EPH]	QE,K [EPH]	$\Delta K$ [EPH]
VIA GRANDE	50.00	58.24	452.26	1,013.42	3.63	647.03	107.87	539.16
RAMO A	420.00	282.10	231.18	1,168.18	2.29	980.89	906.08	74.81
VO-03	420.00	325.09	280.72	1,133.50	2.16	906.08	906.08	0.00

#### Capacità totale della rotatoria

Q*E [EPH]
663.01
675.19
895.12

#### Livello di servizio

NOME	X	TM [S]	LM	LM [M]	LMAX	LMAX [M]	LOS
VIA GRANDE	0.05	8.74	0.12	0.73	0.16	0.93	A
RAMO A	0.36	9.80	1.14	6.86	1.65	9.93	A
VO-03	0.37	10.03	1.17	7.02	1.73	10.39	B

$\delta$  minimo: = 2.16

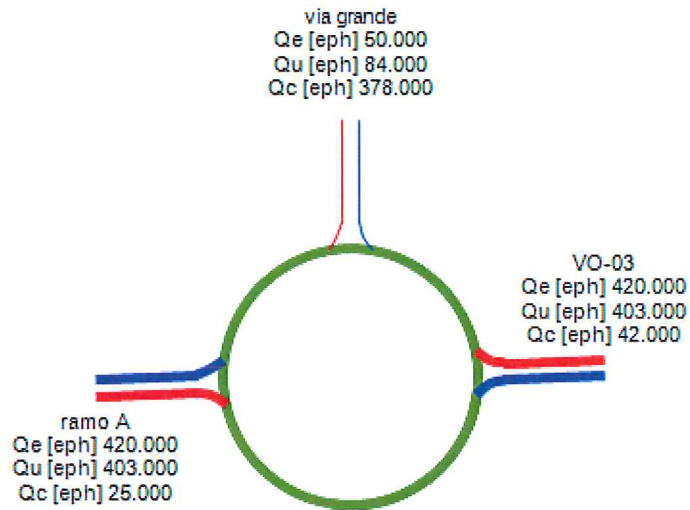
Qe,k tot [eph]: = 1920.0

Ctot [eph]: = 2233.3

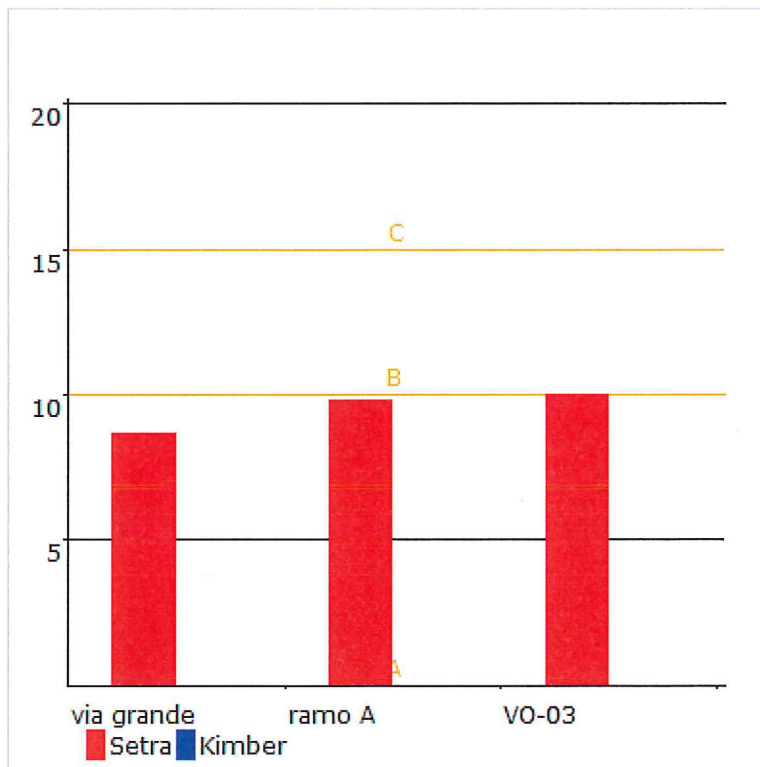


## Grafici

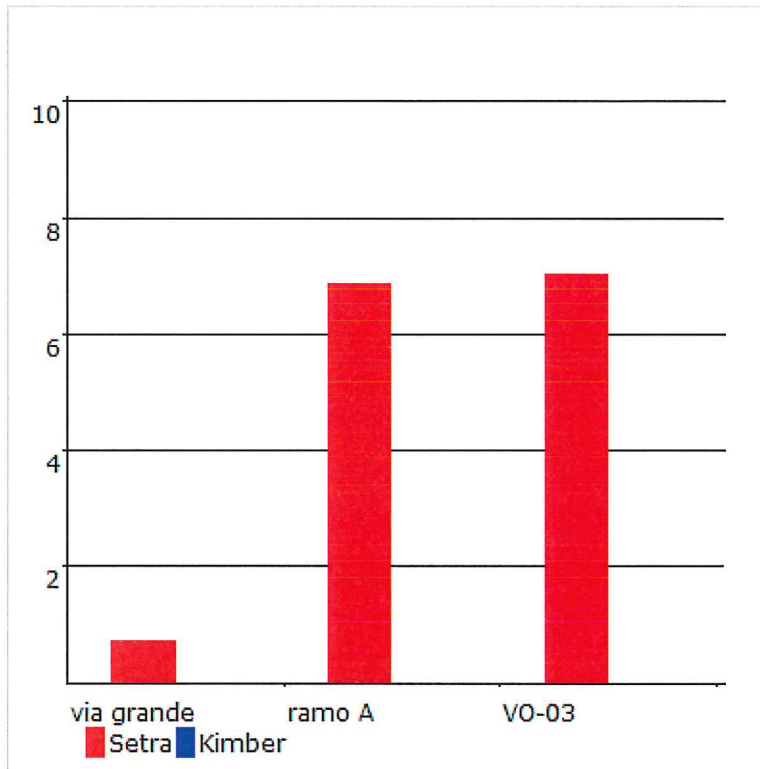
Diagramma di flusso



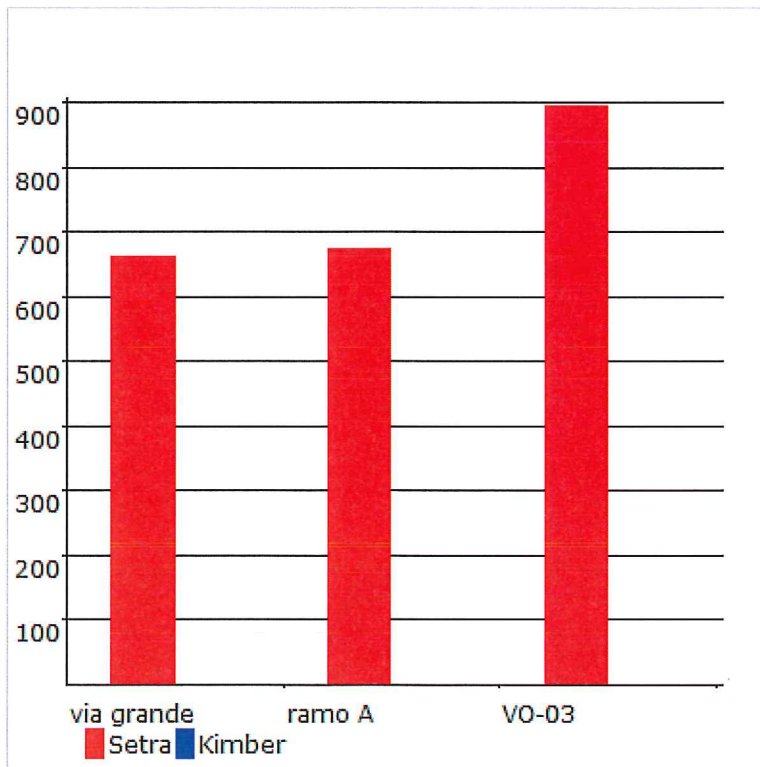
T. medio di attesa - tm[s]



L. media coda [m] - Lm [m]



Capacità tot. - Q\*e [eph]



## 7.5 LEGENDA

eph	=	Autovetture equivalenti / ora
Qe	=	Flussi entranti
Qu	=	Flussi uscenti
Q'e	=	Flussi equivalenti in entrata
Q'u	=	Flussi equivalenti in uscita
Qc	=	Flussi sull'anello
Qd	=	Flussi di disturbo
ANN	=	Larghezza dell'anello
SEP	=	Distanza tra i vertici dell'isola separatrice
ENT	=	Larghezza dell'ingresso
K'	=	Capacità del braccio
$\delta_i$	=	Fattore moltiplicativo dei flussi per raggiungere la capacità
$\delta_{i,min}$	=	Fattore moltiplicativo minimo che individua il braccio critico
K	=	Capacità semplice della rotatoria
Qe,k	=	Flussi di ingresso a capacità raggiunta su un ramo
Qe,k,tot	=	Somma dei flussi entranti a capacità raggiunta su un ramo
$\delta K$	=	Riserva di capacità
Q*e	=	Flussi di entrata che danno luogo al raggiungimento simultaneo della capacità su tutti i bracci
Ctot	=	Capacità totale della rotatoria
x	=	Grado di saturazione
tm(s)	=	Tempo medio di attesa
Lm	=	Lunghezza media della coda (in veicoli)
Lm(m)	=	Lunghezza media della coda (in metri)
Lmax	=	Lunghezza massima della coda (in veicoli)
Lmax(m)	=	Lunghezza massima della coda (in metri)
LOS	=	Livello di servizio