



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione



Regione Lombardia

Provincia di Milano

Legge n. 345/97

Accordo di programma quadro in materia di trasporti

Realizzazione di un sistema integrato di accessibilità ferroviaria e stradale
all'aeroporto di Malpensa 2000

(CONVENZIONE DEL 29.10.1999)

Collegamento tra la S.S.n.11 "Padana Superiore" a Magenta
e la Tangenziale ovest di Milano
Variante di Abbiategrasso sulla S.S.n.494 e adeguamento in sede
del tratto Abbiategrasso Vigevano fino al nuovo ponte sul Ticino

PROGETTO DEFINITIVO - 1° STRALCIO FUNZIONALE

A - PARTE GENERALE

Relazione tecnica stradale

Revisioni	Data	Controllato	Approvato	Data :	Scala :
01	Marzo 2017	S. Vischioni	A. RinaldiDicembre 2008.....-.....
				Agg.to :	All.to n.
			Novembre 2014.....A.1.2.....

Progettazione :



Società Esercizi Aeroportuali s.p.a.
20090 Aeroporto Milano Linate tel. 02/74851

Progettazione redatta da :



errevia S. R. L.
RICERCA VIABILITÀ AMBIENTE

Centro operativo: 20090 TREZZANO s/N (MI), via Cristoforo Colombo n. 23

Il Progettista :

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alberto RINALDI

(Handwritten signature of Alberto Rinaldi)

Visto

La Direzione, Progettazione e Realizzazione Lavori
Dott. Ing. Vincenzo MARZI

.....

Visto

Il Responsabile del Procedimento :
Dott. Ing. Federico MURRONE

.....

INDICE

1. VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO	4
1.1 Diagramma delle velocità.....	4
1.2 Verifica elementi geometrici planimetrici	4
1.3 Verifica andamento altimetrico.....	6
1.4 Distanze di visibilità	6
2. MODELLISTICA E FUNZIONALITA' DELLA RETE E DEGLI SVINCOLI IN PROGETTO	8
2.1 IL MODELLO DI RIFERIMENTO	8
2.2 LA FUNZIONALITÀ E LA QUALITÀ DELL'OFFERTA: LDS.....	10
2.2.1 Metodologia di calcolo del livello di servizio per i trochi di scambio.....	12
2.3 TRATTA A: ALBAIRATE-MAGENTA	14
2.3.1 Calcolo Livelli di Servizio asse principale.....	14
2.3.2 Calcolo livelli di servizio zone di scambio e dimensionamento delle corsie specializzate.....	14
2.3.3 Calcolo livelli di servizio rotonde	19
2.4 TRATTA C: ALBAIRATE-OZZERO	21
2.4.1 Calcolo livelli di servizio asse principale.....	21
2.4.2 Calcolo livelli zone di scambio e dimensionamento corsie specializzate.....	22
2.4.3 Calcolo livelli di servizio rotonde	27
2.5 TRATTA PONTE NUOVO	29
2.5.1 Calcolo livelli di servizio asse principale.....	29
2.5.2 Calcolo livelli di servizio rotonde	29
3. VALUTAZIONI TECNICHE OSSERVAZIONI ENTI INTERESSATI.....	31
3.1 Svincolo n.3 (Magenta Sud – Robecco S/N).....	31
3.3 Svincolo n.11 (Mendosio)	34
3.4 Svincolo n.12 (S.S.n.596)	36
3.5 Svincolo n.13 (Abbategrasso Sud – S.S.n.494).....	38
3.6 Svincolo n. 15 (S.S.n.494 – località Soria Vecchia).....	39
4. CALCOLO PAVIMENTAZIONE	42
4.1 Descrizione generale.....	42
4.1.1 Dati di traffico.....	43
4.1.2 Caratteristiche geometriche degli strati	43
4.2 Metodo di calcolo degli indici di spessore.....	44
4.3 Verifica della sovrastruttura	45
4.3.1 Pavimentazione viabilità principale.....	45
4.3.2 Pavimentazione viabilità secondaria.....	46
5. BARRIERE DI SICUREZZA	48
5.1 Premessa.....	48
5.2 Normativa di riferimento	48
5.3 Tipologia.....	48

5.4	<i>Ubicazione barriere</i>	51
5.5	<i>Punti singolari: gallerie artificiali, trincee con muri</i>	51
6.	TRASPORTO PUBBLICO LOCALE	52
7.	PISTE CICLABILI	53
8.	ELEMENTI STORICO ARCHITETTONICI	55
	ALLEGATI	64

1. VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

Le norme adottate nel presente progetto per la definizione delle caratteristiche geometriche del tracciato sono le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. del 05 Novembre 2001.

1.1 Diagramma delle velocità

Si sono eseguite due verifiche sul diagramma delle velocità:

- a) Nei tratti in decelerazione è stata eseguita la verifica riguardante la distanza di transizione e distanza di riconoscimento dove, da Normativa, deve risultare $Dt < Dr$.

La distanza di transizione (Dt) equivale allo spazio necessario per passare dalla velocità V_{p1} alla velocità V_{p2} con l'accelerazione $a = \pm 0.8 \text{ m/s}^2$.

La distanza di riconoscimento (Dr) è stata valutata in ogni tratto del diagramma di velocità utilizzando il valore massimo della velocità di progetto nel tratto.

- b) La differenza tra la velocità di progetto della curva stessa e la velocità di progetto della curva precedente (o successiva) deve essere compresa tra 10 km/h e 20 km/h.

Le tratte di progetto Tratta A e Tratta C e la variante di Pontenuovo di Magenta soddisfano tutte le verifiche sopra indicate.

1.2 Verifica elementi geometrici planimetrici

Sulle tre Tratte sono state eseguite verifiche riguardanti rettifili, curve circolari e clotoidi.

Rettifili

La lunghezza del rettifilo, funzione della velocità di progetto, è stata confrontata con i limiti massimi e minimi presenti nella Normativa:

- a) lunghezza massima: $L_{\max} = 22 \times V_p$;
b) lunghezza minima: dedotta dalla tabella presente in §5.2.2 del D.M. 05/11/2001.

La lunghezza minima del rettifilo è stata ignorata nel caso in cui, tale elemento, sia risultato compreso tra due curve percorse in sensi opposti e qualora risulti verificata la condizione:

$$L \leq (A_1 + A_2) / 12.5$$

dove:

A_1 e A_2 sono i parametri delle clotoidi che precedono e seguono il rettifilo.

Curve circolari

Per le curve circolari si sono eseguiti quattro confronti normativi:

- a) il raggio è stato confrontato con il valore minimo previsto dal D.M. 05/11/2001 (abachi nelle figure 5.2.4a);
b) lo sviluppo è stato confrontato con lo sviluppo minimo corrispondente ad un tempo di percorrenza di 2.5s alla velocità di progetto;
c) la pendenza trasversale è stata confrontata con i valori previsti negli abachi delle figure 5.2.4a del D.M.;

d) nel caso la curva sia preceduta o seguita da una clotoide di flesso o da una clotoide di continuità, il raggio è stato confrontato con i valori determinati dalle linee che separano "zona buona" o "zona accettabile" per le Tratte A e C e variante di Pontenuovo di Magenta, come da abaco di figura 5.2.2a del D.M.

Secondo il D.M. (§5.2.2) sono stati eseguiti controlli sul rapporto tra la lunghezza del rettilineo e i raggi delle curve precedenti e successive il rettilineo stesso. Si sono rispettate le seguenti relazioni:

- $R_{\min} > L$ per $L < 300$ m;
- $R_{\min} \geq 400$ m per $L \geq 300$ m.

Clotoide

Le clotoidi impiegate nella progettazione dei tre tracciati sono di transizione e di flesso e, ciascun tipo, è stato progettato e verificato sulla base di due criteri.

1) transizione

- a) Sono stati verificati i valori minimi e massimi del parametro A della clotoide funzione della velocità di progetto, previsti dal D.M. 05/11/2001 in §5.2.5 (limitazione del contraccolpo, sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata, criteri ottici).
- b) I rapporti tra i parametri A delle clotoidi in entrata ed in uscita sono stati confrontati con i valori limite di $2/3$ e $3/2$ come previsto in figura 5.2.5c del D.M.

2) flesso

- a) Il parametro della clotoide è stato confrontato con i valori minimi e con il valore massimo previsti dal D.M. 05/11/2001 in §5.2.5 (limitazione del contraccolpo, sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata, criteri ottici).
- b) Il rapporto tra i seguenti parametri deve risultare compreso tra $2/3$ e $3/2$, come previsto in figura 5.2.5c del D.M.:
 - i parametri delle clotoidi formanti flesso ($A1/A2$);
 - il parametro della clotoide e quello della clotoide in entrata (A/Ae);
 - il parametro della clotoide con quello della clotoide in uscita (A/Au);

Le tratte di progetto Tratta A e Tratta C e la variante di Pontenuovo di Magenta soddisfano tutte le verifiche sopra indicate.

1.3 Verifica andamento altimetrico

Altimetricamente si sono eseguite verifiche sulle livellette e sui raccordi verticali.

Livellette

In merito alle livellette la Normativa impone una pendenza massima pari al 7% per le strade categoria C oggetto della presente progettazione.

Raccordi verticali

La Normativa prevede:

- $R_v \geq 20\text{m}$ nei dossi;
- $R_v \geq 40\text{m}$ nelle sacche;
- che la formula da utilizzare per il calcolo del raccordo verticale sia determinata dal confronto tra la lunghezza dell'arco che si genera da tale raggio e la distanza di visibilità da realizzare.

Le livellette delle tre Tratte rispettano i valori limite, ed i raccordi verticali risultano interamente verificati.

1.4 Distanze di visibilità

Ricordando che la velocità di progetto in un determinato punto del tracciato si deduce dal diagramma di velocità si definisce:

- Distanza di visibilità per l'arresto come lo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto; la distanza d'arresto si ottiene sommando lo spazio di reazione e lo spazio di frenata ed è stata valutata con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_2}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

i cui parametri sono ampiamente descritti nel decreto.

- Distanza di visibilità per il sorpasso come lunghezza del tratto di strada necessaria per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto. La distanza si valuta con la formula:

$$D_s = 5.5 * V_p \quad (V_p \text{ in km/h})$$

- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia come la lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente; la distanza corrisponde allo spazio percorso dal veicolo in 9.5 s, ovvero:

$$D_c = 2.6 * V_p \quad (V_p \text{ in km/h}).$$

Lungo tutti i tre Tratti è stata garantita una visibilità sufficiente da assicurare l'arresto in condizioni di sicurezza. Tale visibilità è stata ottenuta anche applicando opportuni allargamenti in curva.

La visibilità per la manovra di sorpasso, eseguita per le tratte oggetto della presente progettazione, garantisce la possibilità di sorpassare per una percentuale di tracciato maggiore del 20%.

Tramite opportuna segnaletica orizzontale e verticale sarà vietata tale manovra nelle zone di ridotta visibilità.

Le verifiche sopra esposte sono riassunte negli elaborati grafici: A.9.1, A.9.2, A.9.3, A.9.4, A.9.5 e A.9.6

Le nuove intersezioni stradali comprese nel presente progetto si riferiscono alla normativa precedente quella attualmente vigente (DM 19/04/2006) in quanto il progetto definitivo originario consegnato nel dicembre 2008 e approvato in linea tecnica dal CDA di ANAS con Delibera n.220 in data 17/12/2008, presupponeva la non applicabilità della normativa citata (DM 19/04/2006) in quanto trattasi di opera inserita nei programmi della Legge N.443 del 21/12/2001 - Legge Obiettivo - con progetto Preliminare e Studio di Impatto Ambientale redatti nel 2003 (richiesta di approvazione del PP e del SIA al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio avvenuta con nota ANAS DPP/4081 del 4/12/2003) prima dell'entrata in vigore di tale normativa (art.2 DM19/04/2006), su tale presupposto è stato redatto il progetto definitivo in esame.

2. MODELLISTICA E FUNZIONALITA' DELLA RETE E DEGLI SVINCOLI IN PROGETTO

2.1 IL MODELLO DI RIFERIMENTO

La società **TANDEM** ha redatto uno Studio di Traffico (vedi elaborato progettuale n. A.16) al fine di valutare gli effetti indotti dall'intervento oggetto di analisi, il quale si inquadra nelle opere di adeguamento e potenziamento della viabilità di connessione con l'aeroporto di Malpensa: per semplicità di lettura, l'insieme di tutti gli elementi componenti l'opera in progetto vengono identificati come **MAGENTA-MILANO**.

Tale potenziamento ha l'obiettivo di migliorare le condizioni di fluidità e accessibilità a Malpensa, anche in vista dei futuri sviluppi dell'area stessa. Inoltre questo studio fornisce dati e indicazioni utili alla corretta progettazione e al dimensionamento delle sovrastrutture e degli impianti annessi.

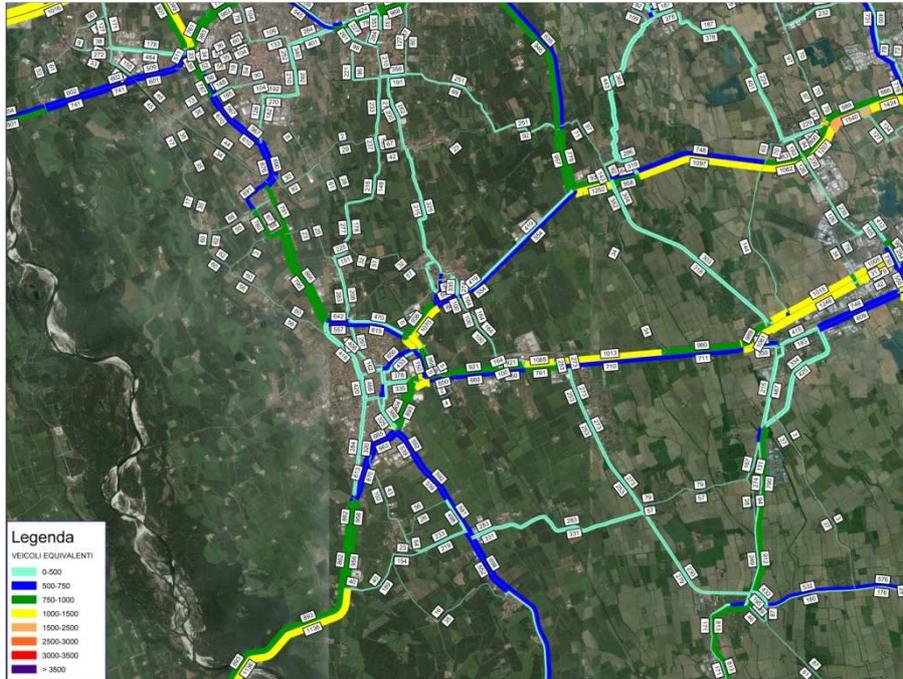
Sono stati considerati i seguenti scenari, elaborati modellisticamente per l'ora di punta della mattina di un giorno feriale, che rappresenta la situazione di massimo carico per l'intervento in oggetto, vista la predominante valenza pendolare dell'area:

- **scenario attuale** (Stato di Fatto o SDF): è determinato dalla domanda di traffico ad oggi presente sulla rete di studio, così come rilevata da indagini e rilievi di traffico e ricostruita modellisticamente;
- **scenario programmatico-tendenziale** (Stato Programmatico o SPR): è determinato dalla domanda attesa, a fronte della realizzazione degli interventi stradali e infrastrutturali previsti dal Quadro di Riferimento Programmatico Lombardo, ad esclusione dell'intervento in oggetto (**MAGENTA-MILANO**). Considerando la particolare collocazione geografica dell'opera in progetto e la tipicità delle opere programmatiche, che in prima analisi non svolgono funzione di collegamento alternativo all'opera stessa, è possibile considerare, in prima approssimazione, che lo scenario programmatico è paragonabile allo scenario di non intervento in termini di domanda attesa di traffico, in quanto si prevede che gli interventi programmatici previsti non abbiano significative influenze sull'opera in progetto;
- **scenario progettuale** (Stato di Progetto o SDP): è determinato dalla domanda attesa, a fronte della realizzazione degli interventi stradali e infrastrutturali in programma e dell'intervento in oggetto (**MAGENTA-MILANO**), considerato sia in termini di infrastrutture viarie previste che di traffico indotto.

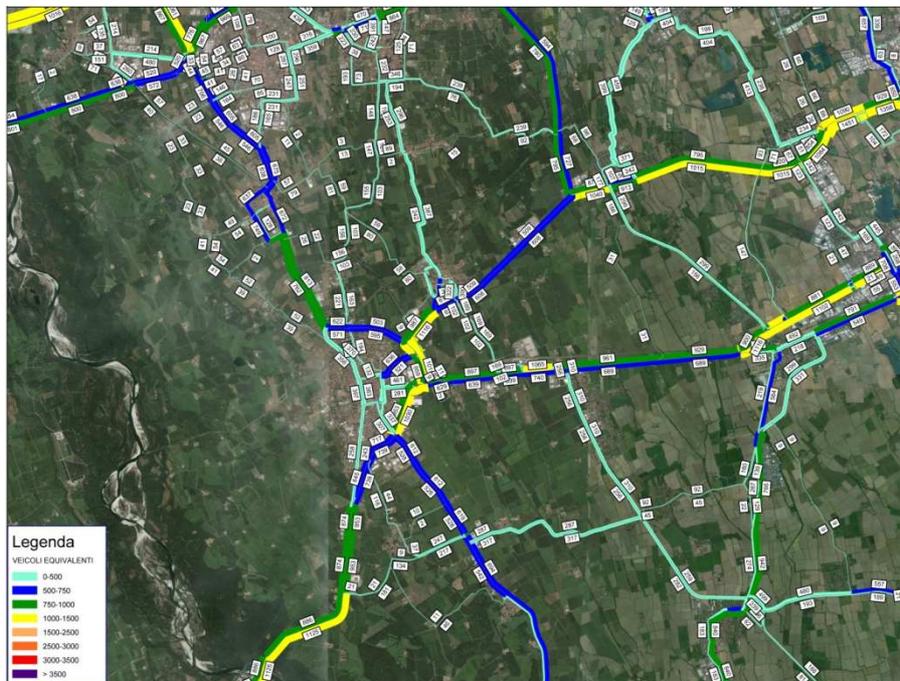
Le stime sulla domanda destinata ad impegnare la **MAGENTA-MILANO**, completata nelle diverse tratte in cui è strutturata, sono state ottenute mediante l'utilizzo di un modello di simulazione dei flussi di traffico implementato con il software **VISUM**, prodotto e commercializzato dalla società **PTV**. **VISUM** è uno strumento di modellazione del traffico riconosciuto unanimemente dalla comunità scientifica come riferimento per tale tipo di simulazioni. Il modello di simulazione dei flussi di traffico, riferito all'intero territorio regionale lombardo, è descritto in termini di offerta da un grafo stradale derivato dalla base dati

NavTeq, mentre in termini di domanda si fa riferimento alle matrici origine/destinazione (O/D) relative agli spostamenti compiuti, nell'ora di punta della mattina feriale, da persone e merci.

Per maggiori dettagli circa la parte modellistica utilizzata si rimanda allo Studio di Traffico allegato (all.to n. .A.16)



Flussogramma dello scenario SDF dell'ora di punta



Flussogramma dello scenario SPR dell'ora di punta



Flussogramma dello scenario SDP dell'ora di punta

Al fine di verificare la funzionalità del tracciato e degli svincoli di progetto, riferendoci allo studio precedente, si sono calcolati i livelli di servizio (LdS).

2.2 LA FUNZIONALITÀ E LA QUALITÀ DELL'OFFERTA: LDS

Il calcolo dei Livelli di Servizio (LdS) della MAGENTA-MILANO è stato condotto secondo differenti metodologie:

- attraverso il metodo sviluppato dal Transportation Research Board e pubblicato nell'Highway Capacity Manual (HCM) 2000;
- attraverso la simulazioni con il software GIRABASE.

I valori di carico veicolare considerati sono stati stimati e simulati per l'ora di punta mattutina del giorno feriale espressi in veicoli equivalenti (Veq).

Il LdS corrisponde ad una misura delle condizioni operative della strada ed indica, in pratica, l'insieme di vari parametri oggettivi di circolazione e di funzionamento dell'insieme strada-veicolo così come vengono percepiti dall'utente.

Le condizioni operative delle strade possono essere caratterizzate da tre parametri prestazionali fondamentali:

- densità (D) in termini di autoveicoli (veicoli equivalenti) per km per corsia (Veq/km/c)
- velocità media degli autoveicoli (S) (km/h)
- rapporto flusso/capacità (Q/C).

L'HCM distingue sei LdS decrescenti:

- **Livello A** – LdS ideale : condizioni di flusso libero, bassi volumi di traffico ed elevate velocità. Le velocità sono limitate soltanto dalle caratteristiche geometriche della strada e dalle prestazioni del veicolo;
- **Livello B** – LdS elevato: condizioni di flusso stabile; le velocità risultano influenzate in modo lieve dalla condizione della circolazione e i conducenti hanno ancora la possibilità di scegliere la velocità e la corsia di marcia;
- **Livello C** – medio-alto : condizioni di flusso stabile, la velocità possibile risulta ancora soddisfacente anche se i conducenti saranno in un certo modo condizionati nella scelta della velocità, nel cambiamento di corsia e nei sorpassi;
- **Livello D** – medio-basso: condizioni prossime al flusso instabile, le velocità risultano ancora accettabili anche se notevolmente influenzate dalle oscillazioni delle portate. I conducenti hanno limitata libertà di manovra e relativa sicurezza di marcia;
- **Livello E** – inizio condizionamento: condizione in cui le portate orarie si avvicinano o raggiungono la capacità della strada (condizione di saturazione). Le velocità possibili diminuiscono drasticamente, il flusso è instabile e possono aversi anche temporanei arresti dei veicoli;
- **Livello F** - congestione: condizioni di flusso forzato, si hanno densità elevate a cui corrispondono velocità possibili anche nulle e portate orarie molto basse.

La stima del Livello di Servizio di un asse stradale in costruzione e della rete su cui esso avrà ricadute di carattere trasportistico è effettuata facendo riferimento a specifici modelli analitici.

Tra i modelli, quelli che riscontrano la maggiore credibilità a livello internazionale sono quelli contenuti nell'Highway Capacity Manual nelle sue versioni 1985 e 2000 (HCM 1985 ed HCM 2000).

Seguendo le indicazioni della DGR n. 8/3219 del 27/09/2006, si determinano in corrispondenza di condizioni di deflusso ideali, le portate di servizio indicate nella successiva tabella, per strade a carreggiata unica ed una corsia per senso di marcia.

LdS	HCM 1985		HCM 2000	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)	PTSF (%)	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~575	40	~575
B	0,32	~1042	60	~1042
C	0,52	~1650	77	~1650
D	0,77	~2450	88	~2450
E	> 0,77	-	> 88	-

LdS secondo HCM 1985 ed HCM 2000 (flussi bidirezionali)

Ai fini della progettazione la normativa regionale cita quanto segue: "A livello del tutto generale è opportuno, nel costruire nuove strade ovvero adeguare le esistenti, considerare come valore di riferimento per la progettazione il raggiungimento di un LdS C (medio su ogni singola tratta omogenea dell'infrastruttura) in corrispondenza dell'ora di punta "tipica" della strada.

In considerazione di specifici vincoli di natura territoriale ed economica, ma soprattutto in ragione dei generali benefici al traffico che un'arteria può comunque creare nell'ambito della rete in cui si va ad inserire, è possibile accettare anche progetti con LdS inferiori (pari a D) purché supportati da uno studio di traffico che evidenzi l'opportunità della realizzazione della strada."

2.2.1 Metodologia di calcolo del livello di servizio per i tronchi di scambio

L'applicazione del modello HCM si differenzia in base alle caratteristiche della tratta in esame. Pertanto, nell'applicazione al caso oggetto di studio, verranno impiegate 2 differenti metodologie, applicabili ai seguenti casi:

- A. tronchi stradali con corsia di accelerazione (a destra o sinistra);
- B. tronchi stradali con corsia di decelerazione (a destra o sinistra);

Per la definizione del LdS dei tronchi stradali composti da due o più corsie e dalla corsia di accelerazione o decelerazione (caso A e caso B), il metodo HCM propone il calcolo della densità intesa come veicoli equivalenti presenti su un chilometro di corsia.

Essa è calcolata secondo la seguente formula per tronchi stradali con corsia di accelerazione (caso A)

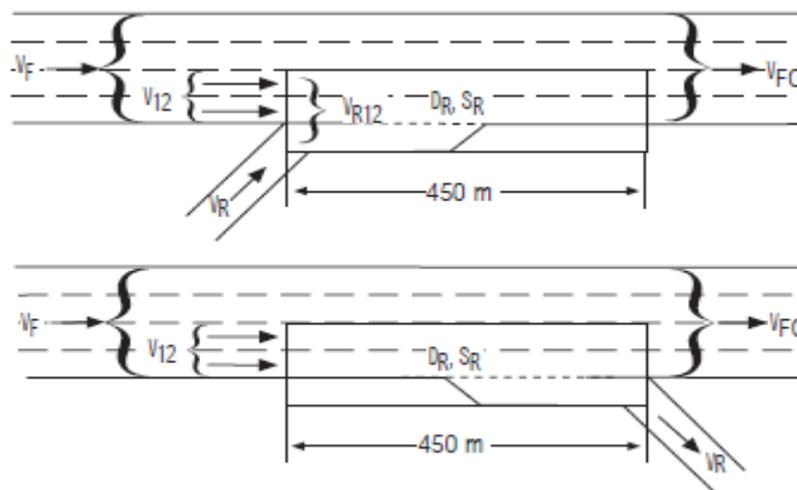
$$D_R = 3.402 + 0.00456v_R + 0.0048v_{12} - 0.01278L_A$$

e secondo la seguente formula per tronchi stradali con corsia di decelerazione (caso B)

$$D_R = 2.642 + 0.0053v_{12} - 0.0183L_D$$

Nel caso in esame, considerando la singola corsia per senso di marcia, si è provveduto ad effettuare un correttivo nelle precedenti formule, raddoppiando il coefficiente relativo al termine V12.

Nella figura successiva è riportato in modo schematico un esempio della tipologia di tratta in analisi, e i relativi parametri utilizzati per il calcolo del LdS.



Esempio di tronco stradale con corsia di accelerazione (caso A) e decelerazione (caso B)

Relativamente alla figura precedente i parametri sotto riportati hanno i seguenti significati:

- VR è il flusso di veicoli equivalenti proveniente dalla corsia di accelerazione;
- V12 è il flusso di veicoli equivalenti provenienti dalle due corsie prossime alla corsia di accelerazione;
- LA e LD sono la lunghezza del tronco stradale.

Il Livello di Servizio può essere allora determinato confrontando il ritardo di ingresso D con la classificazione proposta dall'HCM, come riportato nella tabella seguente.

EXHIBIT 25-4. LOS CRITERIA FOR MERGE AND DIVERGE AREAS

LOS	Density (pc/km/ln)
A	≤ 6
B	> 6-12
C	> 12-17
D	> 17-22
E	> 22
F	Demand exceeds capacity

Criteria per il calcolo LdS in casi di tronco stradale di due o più corsie e dalla corsia di accelerazione o decelerazione (casi A e B)

Si è ritenuto per quanto riguarda le corsie specializzate di uscita o diversione, di verificarne le dimensioni calcolate con il metodo sopra evidenziato, applicando quanto definito nel D.M. 19.04.2006. Gli elementi che costituiscono le corsie in esame sono quindi stati verificati con il criterio geometrico (tratto di manovra Lmu) e con il criterio cinematico (tratto di decelerazione Ldu).

Dall'analisi condotta (evidenziata nei seguenti capitoli) si evince che le lunghezze delle suddette corsie specializzate inserite nella presente progettazione hanno valori maggiori od uguali a quanto previsto dal succitato D.M. 19.04.2006 pertanto sono da ritenersi adeguatamente dimensionate.

Nei successivi capitoli 2.3, 2.4 e 2.5 sono quindi evidenziate per ogni svincolo di progetto (tratta A e tratta B) le caratteristiche delle corsie specializzate (accelerazione e decelerazione) dimensionate come sopra indicato con criteri funzionali (metodo con modello HCM) e le verifiche eseguite per le corsie di decelerazione effettuate con metodi geometrici - cinematici (come da D.M. 19.04.2006).

2.3 TRATTA A: ALBAIRATE-MAGENTA

2.3.1 Calcolo Livelli di Servizio asse principale

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità dell'asse principale per la tratta Albairate – Magenta, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) secondo quanto indicato dalla normativa della Regione Lombardia DGR n. 8/3219 del 27/09/2006.



Flussogramma Flusso/Capacità Tratta A

Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA			
n° tratta	da	a	LDS
1	SVINCOLO n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	D
2	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	C
3	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	LIMITE INTERVENTO	C

Valori LdS Tratta A

2.3.2 Calcolo livelli di servizio zone di scambio e dimensionamento delle corsie specializzate

In questo capitolo si illustrano i Livelli di Servizio (Lds) dei tronchi di scambio compresi nella tratta A, il dimensionamento delle corsie specializzate con criterio funzionale (modello HCM) e la verifica delle corsie specializzate (corsie di decelerazione) con i criteri geometrici – cinematici (come da D.M. 19.04.2006).

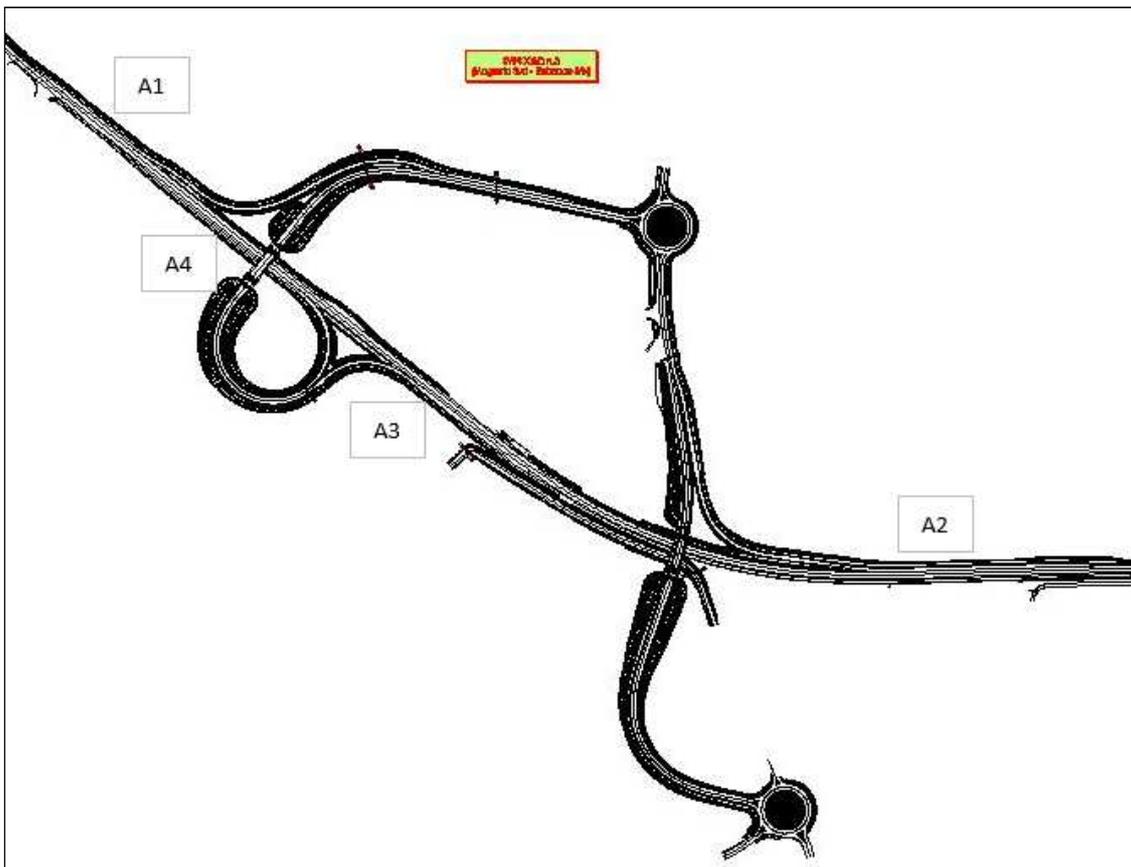
I Livelli di Servizio (LdS) dei tronchi di scambio nella tratta A, dallo svincolo n°3 Magenta Sud – Robecco S/N allo svincolo n°4 Albairate – SP n.114, nonché i tronchi di scambio dallo svincolo n°4 Albairate – SP

n.114 allo svincolo n°5 Albairate sud, desunti dall'elaborato di progetto n. A.16 "Studio di traffico" sono evidenziati nella seguente tabella.

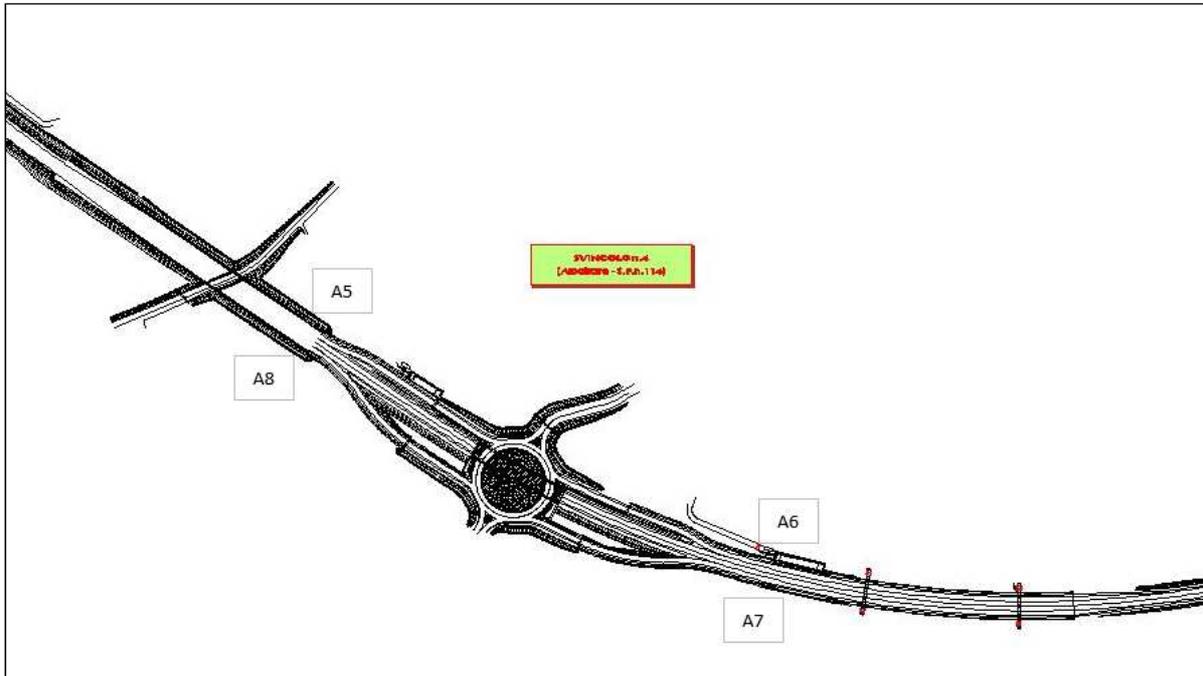
ID	nome	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA			LdS venerdì
		da	a	tipo	
A1	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	on dx	B
A2	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	off dx	A
A3	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	on sx	B
A4	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	off sx	B
A5	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	on dx	B
A6	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	off dx	A
A7	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	on sx	A
A8	Tratta A: ALBAIRATE-MAGENTA	SVINCOLO n.4 (Albairate - S.P.n.114)	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	off sx	B

LdS della tratta A, Albairate – Magenta

In riferimento alla suddetta tabella si evidenziano di seguito gli schemi degli svincoli n.3 (Magenta Sud-Robecco S/N) e n.4 (Albairate - S.P. n.114) con indicate le corsie specializzate in esame.



Svincolo n.3 Magenta Sud - Robecco S/N



Svincolo n.4 Albairate - SP n.114

Nella seguente tabella vengono illustrati i dimensionamenti delle corsie specializzate di accelerazione delle rampe comprese negli svincoli n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N) e n.4 (Albairate - S.P. n.114).

DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE - Accelerazione (Metodo con modello HCM)							
CORSIA	tratta	da	a	tipo	LDS (venerdì)	Sviluppo tratto di accelerazione + immissione (m)	Sviluppo raccordo (m)
A1 - (rampa AB)*	Tratta A : Albairate - Magenta	Svincolo n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	Svincolon.4 (Albairate - S.P. n.114)	on dx	B	185	60
A3 - (rampa EF)	Tratta A : Albairate - Magenta	Svincolo n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)	Svincolon.4 (Albairate - S.P. n.114)	on dx	B	235	75

* la lunghezza del raccordo è vincolata dall'innesto del tracciato di progetto sul sedime della viabilità esistente (S.S. n.526)

Dimensionamento corsie di accelerazione svincolo n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)

DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE - Accelerazione (Metodo con modello HCM)							
CORSIA	tratta	da	a	tipo	LDS (venerdì)	Sviluppo tratto di accelerazione + immissione (m)	
A5 - (rampa AB) *	Tratta A : Albairate - Magenta	Svincolon.4 (Albairate - S.P. n.114)	Svincolon.5 (Albairate sud	on dx	B	275	
A7 - (rampa EF) *	Tratta A : Albairate - Magenta	Svincolon.4 (Albairate - S.P. n.114)	Svincolon.5 (Albairate sud	on dx	A	385	

* le rampe comprese nei presenti svincoli si sviluppano interamente su opere d'arte (galleria artificiale e tratto con vasca antifalda) pertanto per uniformità costruttive quelle ricadenti nella stessa opera sono state dimensionate con uguale lunghezza

Dimensionamento corsie di accelerazione svincolo n.4 (Albairate - S.P. n.114)

Come anticipato nei capitoli precedenti si è ritenuto per quanto riguarda le corsie specializzate di uscita o diversione, di verificarne le dimensioni applicando quanto definito nel D.M. 19.04.2006. Gli elementi che costituiscono le corsie in esame sono quindi stati verificati con il criterio geometrico (tratto di manovra Lmu) e con il criterio cinematico (tratto di decelerazione Ldu). Dai risultati delle verifiche evidenziati nelle seguenti tabelle, si evince che le lunghezze delle corsie in esame inserite nella presente progettazione risultano adeguatamente dimensionate in quanto presentano valori maggiori e/o uguali a quelli definiti dalla normativa di riferimento.

SVINCOLO N.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)			
VERIFICHE CORSIE SPECIALIZZATE - Decelerazione (D.M. 19.04.2006)			
CORSIA - A4 - (rampa CD)		CORSIA - A2 - (rampa GH)	
Dati tracciato principale		Dati tracciato principale	
accelerazione - m/sq	2	accelerazione - m/sq	2
Vp - km/h	100	Vp - km/h	120
Dati rampa		Dati rampa	
Raggio curva - m	60	Raggio curva - m	250
Dati corsia specializzata		Dati corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	217,5 ¹	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	212,5 ¹
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²
Dimensionamento corsia specializzata		Dimensionamento corsia specializzata	
Vp - km/h	45,3	Vp - km/h	79,8
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	153,3 ³	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	155 ³
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴
Verifica corsia specializzata		Verifica corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato

Verifiche corsie di decelerazione svincolo n.3 (Magenta Sud – Robecco S/N)

SVINCOLO N.4 (Albairate - S.P. n.114)			
VERIFICHE CORSIE SPECIALIZZATE - Decelerazione (D.M. 19.04.2006)			
CORSIA - A8 - (rampa CD) *		CORSIA - A6 - (rampa GH)*	
Dati tracciato principale		Dati tracciato principale	
accelerazione - m/sq	2	accelerazione - m/sq	2
Vp - km/h	100	Vp - km/h	120
Dati rampa		Dati rampa	
Raggio curva - m	150	Raggio curva - m	100
Dati corsia specializzata		Dati corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	212,5 ¹	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	317,5 ¹
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²
Dimensionamento corsia specializzata		Dimensionamento corsia specializzata	
Vp - km/h	65,9	Vp - km/h	56,11
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	109 ³	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	217 ³
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴
Verifica corsia specializzata		Verifica corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato
* le rampe comprese nei presenti svincoli si sviluppano interamente su opere d'arte (galleria artificiale e tratto con vasca antifalda) per tanto per uniformità costruttive quelle ricadenti nella stessa opera sono state dimensionate con uguale lunghezza			

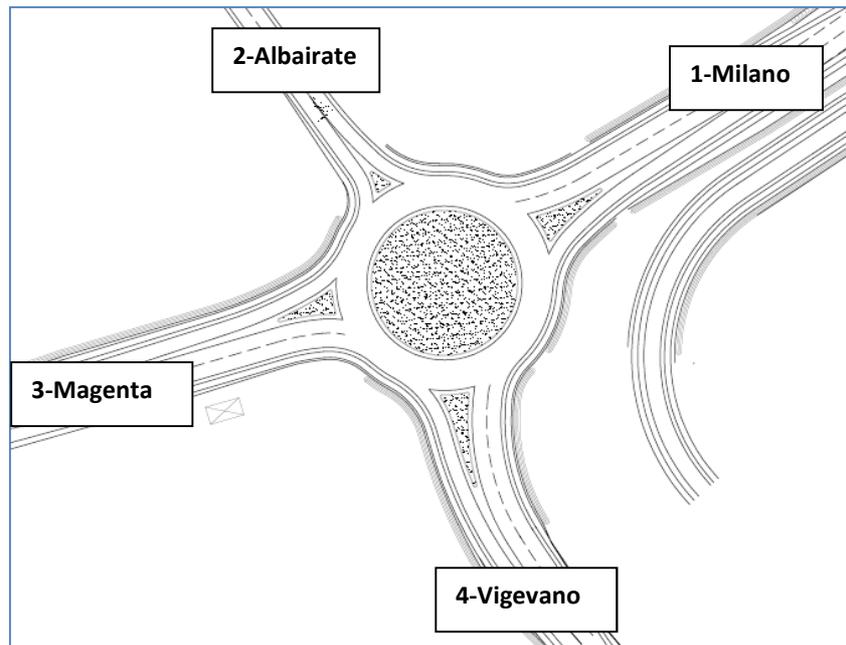
Verifiche corsie di decelerazione svincolo n.4 (Albairate – S.P. n.114)

2.3.3 Calcolo livelli di servizio rotatorie

Per le due rotatorie nella Tratta A della MAGENTA-MILANO, a valle delle verifiche svolte con GIRABASE, si sono calcolate le capacità residue ed i Livelli di Servizio dei rami delle stesse. Qui di seguito si riportano dapprima i valori dei LdS indicati in normativa, e successivamente i valori ottenuti dall'esame della rotatoria.

LdS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO (sec/veic)
A	<10
B	ON SX 10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

Valori LdS indicati da normativa



Rotatoria in località Albairate – svincolo N.5

ROTATORIA di ALBAIRATE SUD Sv_n.5	
BRACCIA	LDS
1- Milano	A
2- Albairate	A
3- Magenta	A
4- Vigevano	A

Valori LdS della rotatoria di Albairate – svincolo N.5

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Milano	1054	70%	0vh	2vh	1s	0,1h
Albairate	412	52%	1vh	4vh	5s	0,5h
Magenta	669	45%	0vh	3vh	1s	0,3h
Vigevano	636	43%	0vh	3vh	2s	0,4h

Risultati verifiche con GIRABASE della rotatoria di Albairate



Rotatoria in località Magenta

ROTATORIA di MAGENTA	
BRACCIA	LDS
1- Magenta	A
2- Aeroporto di Malpensa	A
3- Pontevecchio	A
4- Abbiategrasso	A

Valori LdS della rotatoria di Magenta

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Magenta	663	81%	0vh	2vh	3s	0,1h
Aeroporto Malpensa	1794	65%	0vh	2vh	0s	0,0h
Pontevecchio	735	80%	0vh	2vh	2s	0,1h
Abbategrasso	1434	65%	0vh	2vh	0s	0,0h

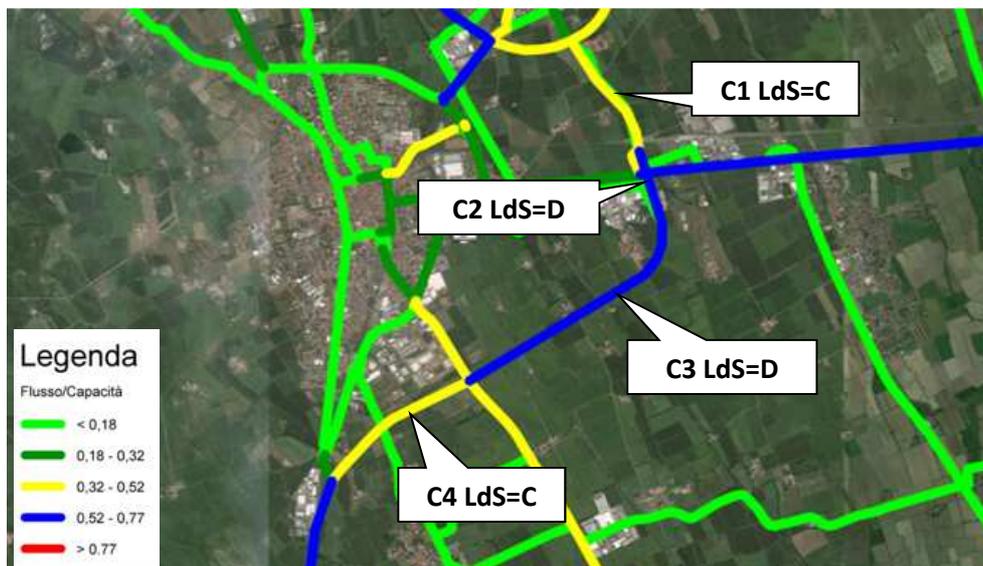
Risultati verifiche con GIRABASE della rotatoria di Magenta

I risultati delle verifiche sopra riportati evidenziano per entrambe le rotatorie delle ottime riserve di capacità su tutti i rami di accesso, evitando così accodamenti che si potrebbero ripercuotere sulla viabilità di progetto.

2.4 TRATTA C: ALBAIRATE-OZZERO

2.4.1 Calcolo livelli di servizio asse principale

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità dell'asse principale per la tratta Albairate - Ozzero, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) secondo quanto indicato dalla normativa della Regione Lombardia DGR n. 8/3219 del 27/09/2006.



Flussogramma Flusso/Capacità Tratta C

Tratta B: ALBAIRATE-OZZERO			
n° tratta	da	a	LDS
1	SVINCOLO n.5 (Albairate Sud)	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	C
2	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	D
3	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	D
4	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	SVINCOLO n.13 (Abbategrasso Sud - S.P.n.494)	C

Valori LdS Tratta C

2.4.2 Calcolo livelli zone di scambio e dimensionamento corsie specializzate

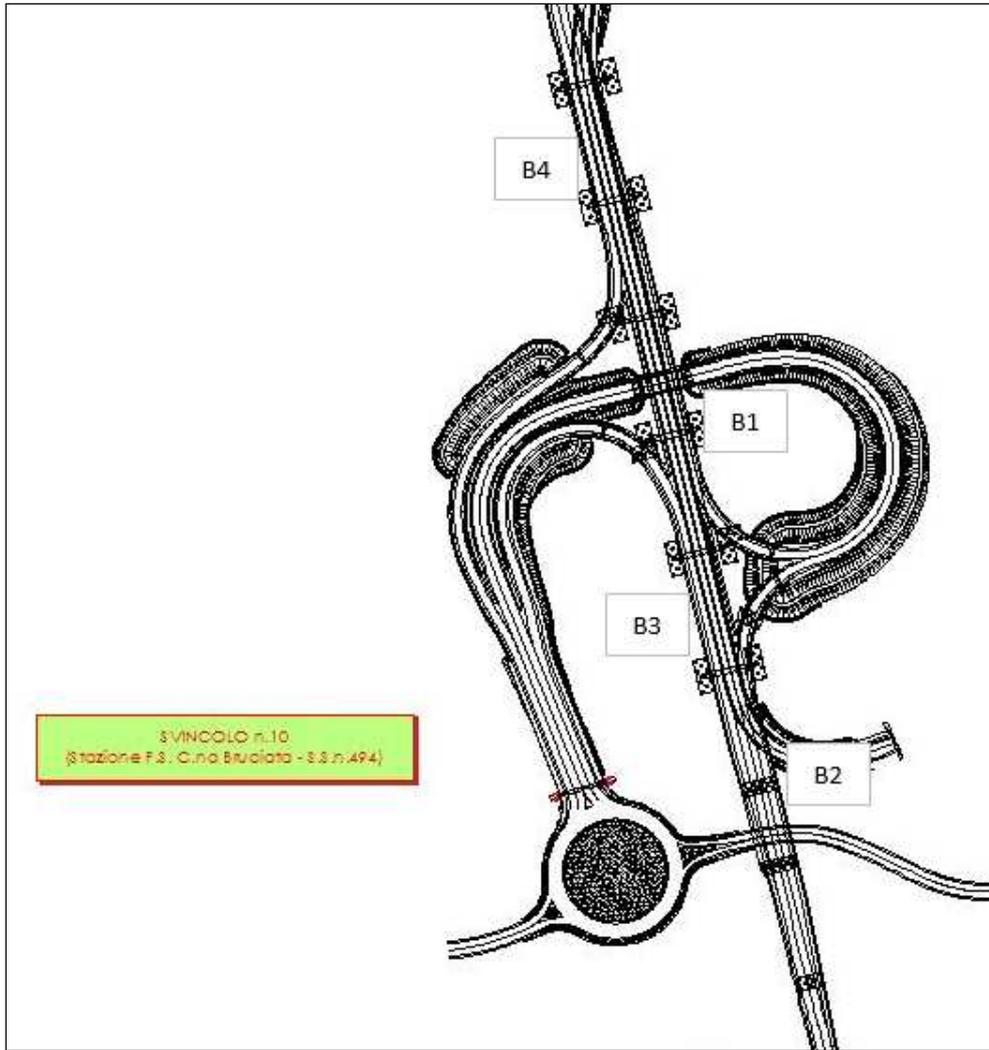
In questo capitolo si illustrano i Livelli di Servizio (Lds) dei tronchi di scambio compresi nella tratta C, il dimensionamento delle corsie specializzate con criterio funzionale (modello HCM) e la verifica delle corsie specializzate (corsie di decelerazione) con i criteri geometrici – cinematici (come da D.M. 19.04.2006).

I livelli di Servizio (LdS) dei tronchi di scambio nella tratta B, dallo svincolo n°10 Stazione FS C.na Bruciata – SS n.494 allo svincolo n°11 Mendosio, desunti dall’elaborato di progetto n. A.16 “Studio di traffico” sono evidenziati nella seguente tabella.

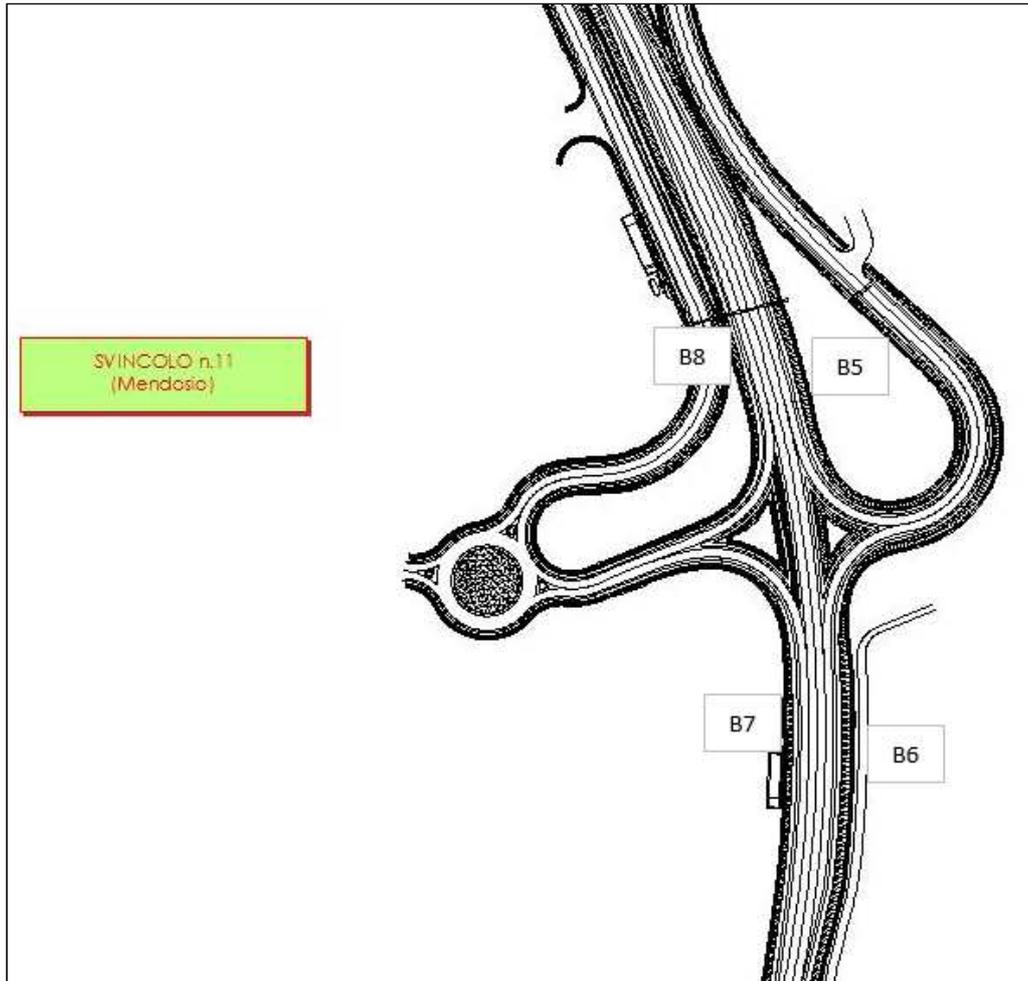
ID	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO				
		da	a	tipo	
B1	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	on dx	B
B2	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	off dx	B
B3	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	on sx	B
B4	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S.S.n.494)	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	off sx	A
B5	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	on dx	B
B6	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	off dx	B
B7	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	on sx	B
B8	Tratta C: ALBAIRATE-OZZERO	SVINCOLO n.11 (Mendosio)	SVINCOLO n.12 (S.S.n.526)	off sx	B

LdS della tratta C, Albairate – Ozzero

In riferimento alla suddetta tabella si evidenziano di seguito gli schemi degli svincoli n.10 (Stazione C.na Bruciata – S.S. n.494) e n.11 (Mendosio) con indicate le corsie specializzate in esame.



Svincolo n.10 Stazione FS Cascina Bruciata - SS n. 494



Svincolo n.11 Mendosio

Nella seguente tabella vengono illustrati i dimensionamenti delle corsie specializzate di accelerazione delle rampe comprese negli svincoli n.10 (Stazione C.na Bruciata – S.S.n.494) e n.11(Mendosio).

DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE - Accelerazione (Metodo con modello HCM)							
CORSIA	tratta	da	a	tipo	LDS (venerdì)	Sviluppo tratto di accelerazione + immissione (m)	Sviluppo raccordo (m)
B1 - (rampa AB)	Tratta C : Albairate - Ozzero	Svincolo n.10 (Stazione F.S. - S.S. n.114)	Svincolon.11 (Mendosio)	on dx	B	220	75
B3 - (rampa EF)	Tratta C : Albairate - Ozzero	Svincolo n.10 (Stazione F.S. - S.S. n.114)	Svincolon.11 (Mendosio)	on dx	B	210	75

Dimensionamento corsie di accelerazione svincolo n.10 (Stazione C.na Bruciata – S.S.n.494)

DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE - Accelerazione (Metodo con modello HCM)							
CORSIA	tratta	da	a	tipo	LDS (venerdì)	Sviluppo tratto di accelerazione + immissione (m)	Sviluppo raccordo (m)
B5 - (rampa AB)	Tratta C : Albairate - Ozzero	Svincolon.11 (Mendosio)	Svincolon.12 (S.S.n.526)	on dx	B	175	75
B7 - (rampa EF)	Tratta C : Albairate - Ozzero	Svincolon.11 (Mendosio)	Svincolon.12 (S.S.n.526)	on dx	B	180	75

Dimensionamento corsie di accelerazione svincolo n.11 (Mendosio)

Come anticipato nei capitoli precedenti si è ritenuto per quanto riguarda le corsie specializzate di uscita o diversione, di verificarne le dimensioni applicando quanto definito nel D.M. 19.04.2006. Gli elementi che costituiscono le corsie in esame sono quindi stati verificati con il criterio geometrico (tratto di manovra Lmu) e con il criterio cinematico (tratto di decelerazione Ldu). Dai risultati delle verifiche evidenziati nelle seguenti tabelle, si evince che le lunghezze delle corsie in esame inserite nella presente progettazione risultano adeguatamente dimensionate in quanto presentano valori maggiori e/o uguali a quelli definiti dalla normativa di riferimento.

SVINCOLO N.10 (Stazione F.S. C.na Bruciata - S-S- n.494)			
VERIFICHE CORSIE SPECIALIZZATE - Decelerazione (D.M. 19.04.2006)			
CORSIA - B4 - (rampa CD)		CORSIA - B2 - (rampa GH)	
Dati tracciato principale		Dati tracciato principale	
accelerazione - m/sq	2	accelerazione - m/sq	2
Vp - km/h	100	Vp - km/h	100
Dati rampa		Dati rampa	
Raggio curva - m	45	Raggio curva - m	50
Dati corsia specializzata		Dati corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	161,5 ¹	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	159,5 ¹
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²
Dimensionamento corsia specializzata		Dimensionamento corsia specializzata	
Vp - km/h	40	Vp - km/h	40
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	161 ³	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	158,5 ³
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴
Verifica corsia specializzata		Verifica corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato

Verifiche corsie di decelerazione svincolo n.10 (Stazione C.na Bruciata – S.S.n.494)

SVINCOLO N.11 (Mendosio)				
VERIFICHE CORSIE SPECIALIZZATE - Decelerazione (D.M. 19.04.2006)				
CORSIA - B8 - (rampa CD)			CORSIA - B6 - (rampa GH)	
Dati tracciato principale			Dati tracciato principale	
accelerazione - m/sq		2	accelerazione - m/sq	2
Vp - km/h		100	Vp - km/h	100
Dati rampa			Dati rampa	
Raggio curva - m		40	Raggio curva - m	40
Dati corsia specializzata			Dati corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m		165,5 ¹	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	165,5 ¹
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m		75 ²	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ²
Dimensionamento corsia specializzata			Dimensionamento corsia specializzata	
Vp - km/h		37,8	Vp - km/h	37,8
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m		164,5 ³	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m	164,5 ³
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m		75 ⁴	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m	75 ⁴
Verifica corsia specializzata			Verifica corsia specializzata	
Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3		verificato	Sviluppo tratto di decelerazione - Ldu (criterio cinematico) - m - 1 > 3	verificato
Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4		verificato	Sviluppo tratto di manovra - Lmu (criterio geometrico) - m - 2 > 4	verificato

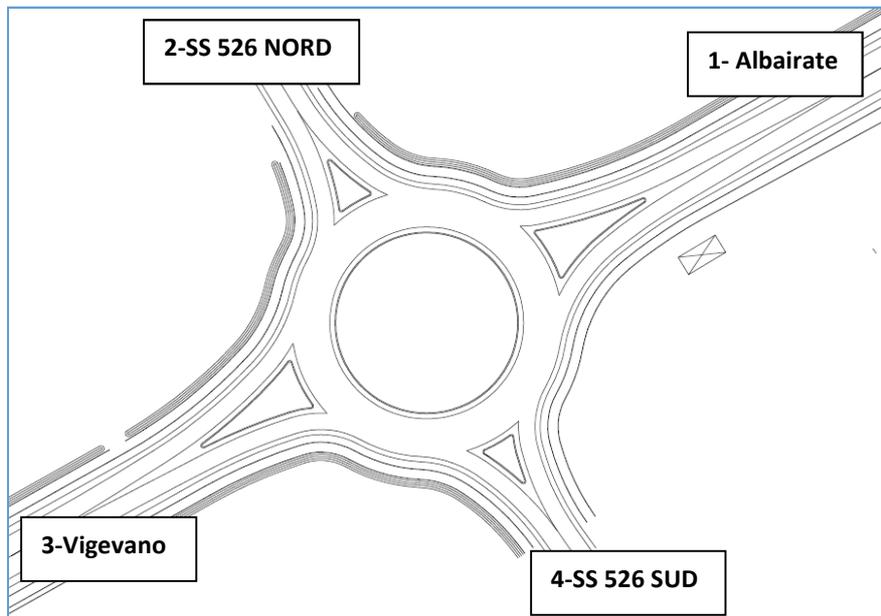
Verifiche corsie di decelerazione svincolo n.11 (Mendosio)

2.4.3 Calcolo livelli di servizio rotatorie

Per le due rotatorie nella Tratta B della MAGENTA-MILANO, a valle delle verifiche svolte con GIRABASE, si sono calcolate le capacità residue ed i Livelli di Servizio dei rami delle stesse. Qui di seguito si riportano dapprima i valori dei LdS indicati in normativa, e successivamente i valori ottenuti dall'esame di ciascuna rotatoria.

LdS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO (sec/veic)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

Valori LdS indicati da normativa



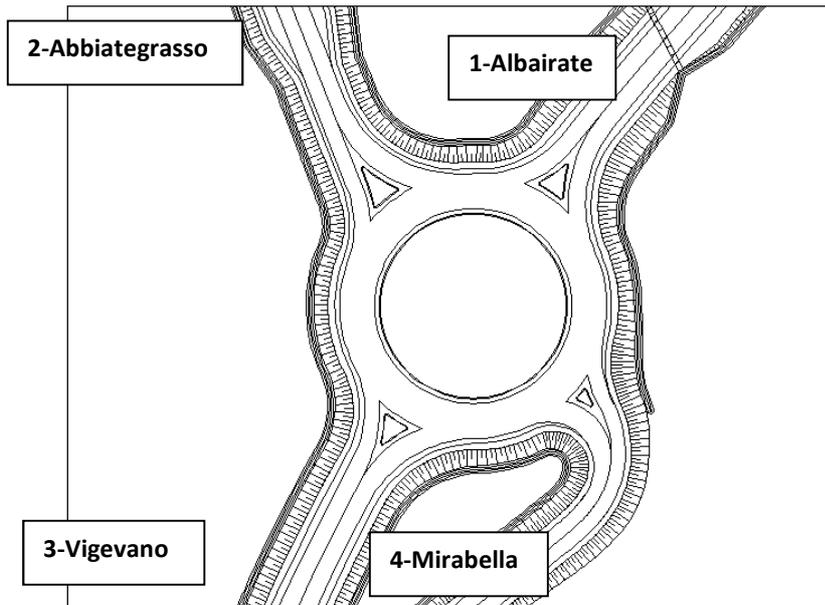
Rotatoria ad Abbiategrasso – Svincolo N.12

ROTATORIA SS526 Sv_n.12	
BRACCIA	LDS
1- Albairate	A
2- SS526 NORD	A
3- Mirabella	A
4- SS526 SUD	A

Valori LdS della rotatoria di Abbiategrasso – Svincolo N.12

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Albairate	407	29%	1vh	5vh	3s	0,9h
SS526 NORD	272	33%	1vh	5vh	8s	1,1h
Mirabella	381	36%	1vh	4vh	4s	0,8h
SS526 SUD	334	30%	1vh	5vh	5s	1,0h

Risultati verifiche con GIRABASE della rotonda di Abbiategrasso



Rotatoria in località Mirabella – Svincolo n. 13

ROTATORIA di MIRABELLA	
BRACCIA	LDS
1- Albairate	A
2- Abbiategrasso	A
3- Vigevano	A
4- Mirabella	A

Valori LdS della rotonda di Mirabella – Svincolo n.13

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Albairate	699	49%	0vh	3vh	1s	0,3h
Abbiategrasso	778	72%	0vh	2vh	2s	0,2h
Vigevano	1243	55%	0vh	2vh	0s	0,0h
Mirabella	685	100%	0vh	2vh	0s	0,0h

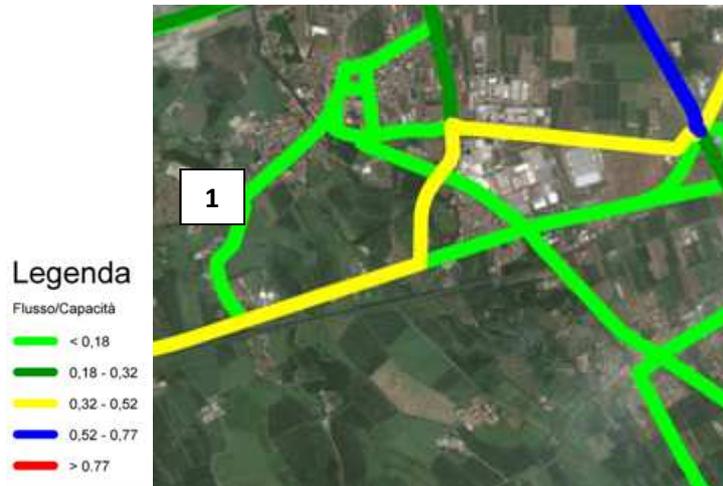
Risultati verifiche con GIRABASE della rotonda di Mirabella – Svincolo n. 13

I risultati delle verifiche sopra riportati evidenziano per entrambe le rotonde delle ottime riserve di capacità su tutti i rami di accesso, evitando così accodamenti che si potrebbero ripercuotere sulla viabilità di progetto.

2.5 TRATTA PONTE NUOVO

2.5.1 Calcolo livelli di servizio asse principale

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità dell'asse principale per la tratta in località Ponte Nuovo, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) secondo quanto indicato dalla normativa della Regione Lombardia DGR n. 8/3219 del 27/09/2006.



Flussogramma Flusso/Capacità Tratta Ponte Nuovo

Tratta PONTENUOVO			
n° tratta	da	a	LDS
1	ROTATORIA PONTENUOVO	LIMITE INTERVENTO	C

Valori LdS Tratta Ponte Nuovo

2.5.2 Calcolo livelli di servizio rotatorie

Per la rotatoria in località Ponte Nuovo nella Tratta Ponte Nuovo della MAGENTA-MILANO, a valle delle verifiche svolte con GIRABASE, si sono calcolate le capacità residue ed i Livelli di Servizio dei rami della stessa. Qui di seguito si riportano dapprima i valori dei LdS indicati in normativa, e successivamente i valori ottenuti dall'esame di ciascuna rotatoria.

LdS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO (sec/veic)
A	<10
B	10-15
C	15-25
D	25-35
E	35-50
F	>50

Valori LdS indicati da normativa



Rotatoria in località Ponte Nuovo

ROTATORIA di PONTENUOVO	
BRACCIA	LDS
1- Magenta	A
2- Boffalora	A
3- Novara	A

Valori LdS della rotatoria di Ponte Nuovo

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Magenta	1222	89%	0vh	2vh	1s	0,0h
Boffalora	1613	77%	0vh	2vh	0s	0,0h
Novara	1513	67%	0vh	2vh	0s	0,0h

I risultati delle verifiche sopra riportati evidenziano per la rotatoria in esame delle ottime riserve di capacità su tutti i rami di accesso, evitando così accodamenti che si potrebbero ripercuotere sulla viabilità di progetto.

3. VALUTAZIONI TECNICHE OSSERVAZIONI ENTI INTERESSATI

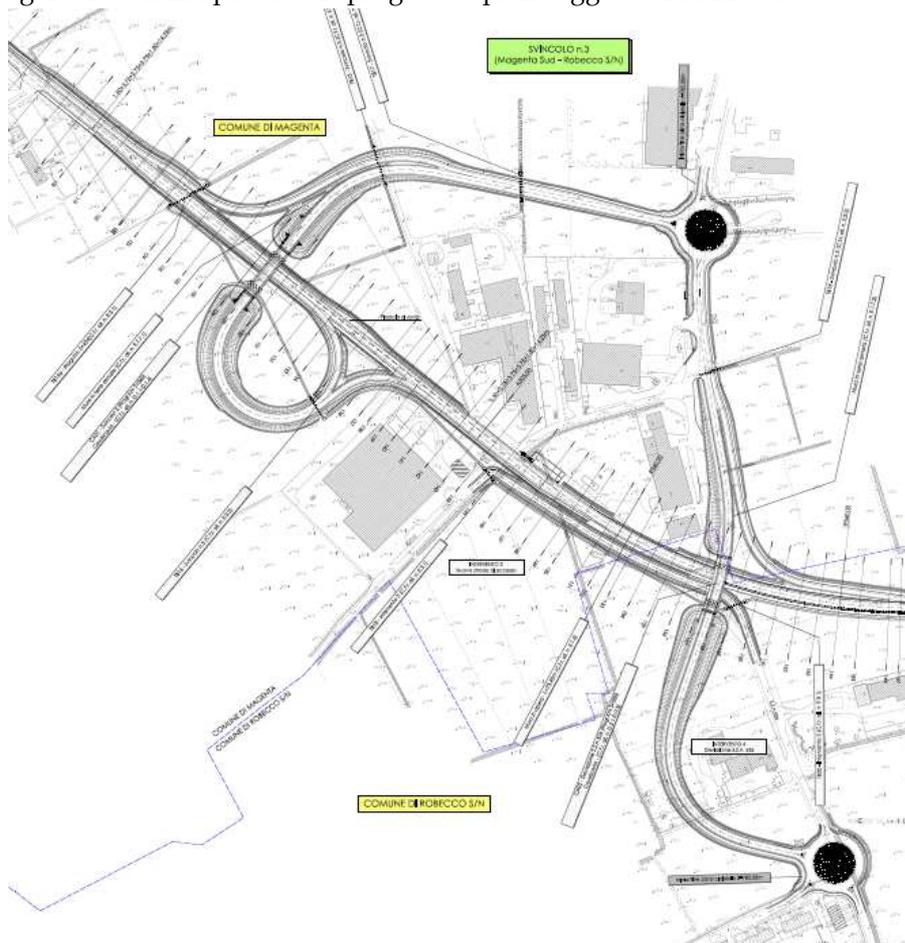
Nell'ambito degli incontri con le Amministrazioni (Regione Lombardia, Città Metropolitana di Milano ex Provincia di Milano, i comuni di Abbiategrasso, Albairate, Boffalora Sopra Ticino, Magenta, Ozero, Robecco sul Naviglio e Vigevano) e gli Enti Parco (Parco Agricolo Sud di Milano e Parco del Ticino) interessati dall'intervento, avvenuti negli anni 2015 e 2016, sono state proposte una serie di osservazioni tecniche al progetto inerenti principalmente la localizzazione e gli schemi degli svincoli/intersezioni previsti nel presente progetto definitivo, le cui valutazioni e considerazioni finali vengono di seguito riportate.

3.1 Svincolo n.3 (Magenta Sud - Robecco S/N)

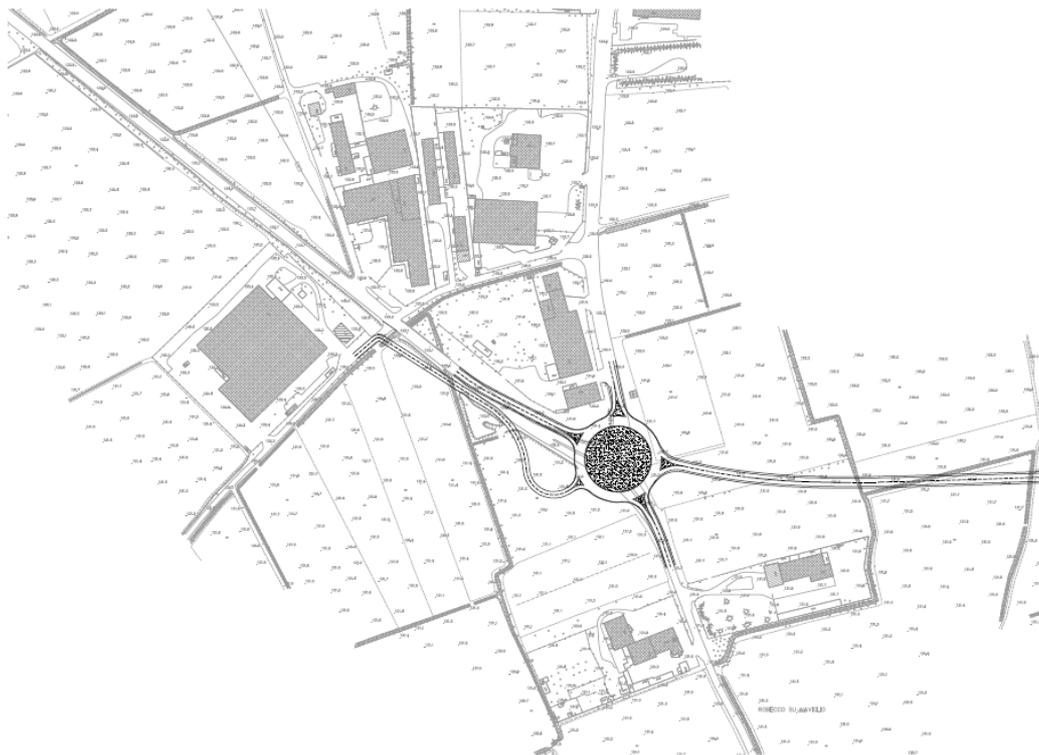
Lo svincolo di progetto prevede uno schema classico a due livelli del tipo a trombetta, che connette il nuovo tracciato stradale e la S.S. n.526 nei comuni di Magenta e Robecco S/N.

La richiesta è quella inerente la modifica dello schema di svincolo con una tipologia del tipo "rotatoria" ubicata in corrispondenza dell'attuale intersezione a "T" sulla stessa S.S.n.526.

Si evidenzia di seguito lo schema previsto in progetto e quello oggetto di richiesta .



Svincolo n.3 - Planimetria di progetto



Svincolo n.3 - Planimetria con modifiche richieste

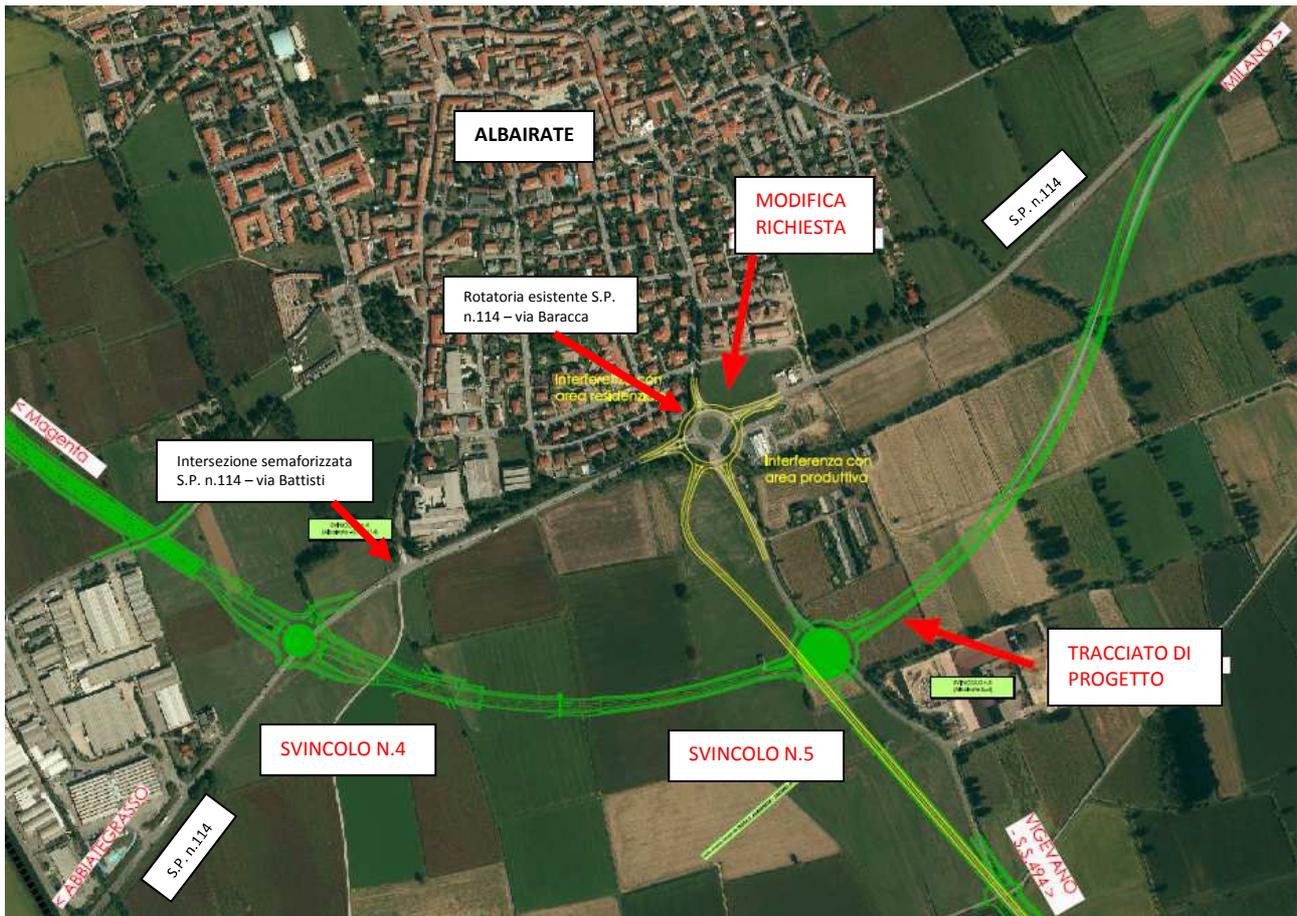
Dall'esame dello schema di svincolo richiesto emerge che tale soluzione **non può essere accolta** in quanto la deliberazione CIPE n. 8 del 31.1.2008 (pubblicata sulla G.U. n. 183/2008) ha approvato il progetto preliminare dell'intervento con la prescrizione al punto A.1.2. che **Si prescrive che, sulla scorta delle valutazioni espresse nel parere della Regione Lombardia ex D.G.R. n. VII/14403 del 30.9.2003, Allegato A, capitolo A.2.3. in merito alle analisi di traffico: - il collegamento tra la A4 (Casello di Boffalora) e la SS. n. II "Padana superiore" (Magenta) e fino a Albairate (innesto Variante di Abbiategrasso) venga realizzato ad una corsia per senso di marcia (tipologia C) con predisposizione di manufatti e opere d'arte per consentire il raddoppio della sezione".* Pertanto l'adozione di una rotonda non consente la predisposizione per il futuro raddoppio dell'infrastruttura.

3.2 Svincolo n.5 (Albairate Sud)

Lo svincolo di progetto prevede uno schema del tipo a rotonda a raso a cinque bracci che comprende e regola anche la viabilità minore interferita (via Marcatutto in comune di Albairate).

La richiesta del Comune di Albairate è relativa allo spostamento dello svincolo n.5 in direzione nord con una nuova collocazione in corrispondenza dell'attuale rotonda sulla S.P. n.114 (intersezione con le vie Marcatutto e Baracca).

Per meglio illustrare tale richiesta si evidenzia di seguito la planimetria di raffronto tra il tracciato di progetto (in colore verde) e la modifica richiesta (in colore giallo).



Planimetria di raffronto tracciato di progetto e modifica richiesta

Dall'esame della richiesta suindicata emerge che tale soluzione **non può essere accolta** in quanto si presentano specifiche criticità legate ad evidenti incompatibilità con i vincoli territoriali esistenti ma anche a problematiche di carattere tecnico - trasportistico:

- Impossibilità di spostare la rotatoria di progetto o di incrementare le dimensioni dell'attuale rotatoria sulla S.P. n.114 (intersezione con le vie Marcatutto e Baracca) per la presenza di edifici attigui (area residenziale a nord e area commerciale - produttiva a sud), eventualmente da abbattere/espropriare, come evidenziato nel seguente schema planimetrico;
- Inadeguatezza dello sviluppo planimetrico del tratto di S.P. n.114 (circa 400m), compreso tra lo svincolo di progetto n.4 (rotatoria a due livelli) e l'attuale rotatoria da potenziare (intersezione con le vie Marcatutto e Baracca), in riferimento alla distanza minima definita dalla normativa vigente per due intersezioni contigue;
- Presenza nel tratto suindicato di una intersezione semaforizzata esistente (incrocio tra la stessa S.P. e via Battisti) interferente e quindi eccessivamente ravvicinata sia allo svincolo di progetto n.4, che all'attuale rotatoria da adeguare (intersezione con le vie Marcatutto e Baracca);
- Aumento dei volumi di traffico in corrispondenza del centro abitato di Albairate con conseguente incremento dei valori di immissione di rumore ai ricettori residenziali adiacenti la viabilità (potenziali superamenti dei limiti di normativa). Oltre a ciò si evidenziano ulteriori incrementi anche

delle sostanze inquinanti (inquinamento atmosferico) generate dai nuovi volumi di traffico dei veicoli in transito sulla S.P. n.114 nel tratto sopra evidenziato.

Si fa presente inoltre che l'eventuale accoglimento della richiesta in esame comprometterebbe l'attuale configurazione del progetto in esame, Tratta A e Tratta C, in quanto verrebbe fortemente penalizzato il prolungamento del tracciato stradale in direzione di Magenta (Tratta A di progetto).



Planimetria criticità potenziamento rotonda esistente S.P. n.114 – vie Marcatutto e Baracca

3.3 Svincolo n.11 (Mendosio)

Lo svincolo di progetto consente il collegamento tra la zona industriale di Abbiategrasso e la nuova variante attraverso un sistema di rampe semidirette e dirette che permettono anche il collegamento diretto tra la stessa area industriale e la piazzola ecologica posta ad est dell'infrastruttura.

La richiesta è quella di adottare una semplificazione di tale svincolo attraverso l'introduzione di uno schema del tipo "rotonda a raso" ubicata in corrispondenza degli innesti delle rampe di progetto sul tracciato principale.

Si evidenzia di seguito lo schema previsto in progetto e quello oggetto di richiesta.

Dall'esame dello schema di svincolo richiesto emerge che **tale soluzione non può essere accolta** per evidenti criticità sia di ordine trasportistico che tecnico – geometrico.

L'adozione di un tale schema di intersezione comporterebbe una significativa riduzione delle velocità di progetto con conseguente effetto di concentrazione del traffico nella rotatoria con un peggioramento del livello di servizio non più compatibile con il livello della viabilità e le finalità dell'intervento di progetto. Si andrebbe anche in contrasto con le indicazioni del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, prot. n° 46/2016 Adunanza del 27.01.2017, relative al *"prevenire effetti critici e gestire opportunamente i tratti di transizione"*.

Per quanto riguarda l'aspetto tecnico - geometrico, lo schema a rotatoria si verrebbe a collocare in punto critico del tracciato stradale ove si è in prossimità di un dosso altimetrico (sovrappasso in viadotto del naviglio grande) che compromette la distanza di visibilità e quindi la percezione della nuova rotatoria per i veicoli provenienti da nord (Albairate).

In ultimo, ma non meno importante, si evidenzia che sussiste una incompatibilità tra la citata richiesta e la deliberazione CIPE n. 8 del 31.1.2008 (pubblicata sulla G.U. n. 183/2008) di approvazione del progetto preliminare dell'intervento, la quale alla prescrizione del punto A.2.10 riporta: *"Con riferimento allo svincolo di Mendosio, dovrà in ogni caso essere garantito il mantenimento dell'attuale collegamento tra l'impianto di termodistruzione e la piattaforma ecologica, mediante un sottopassaggio stradale"*.

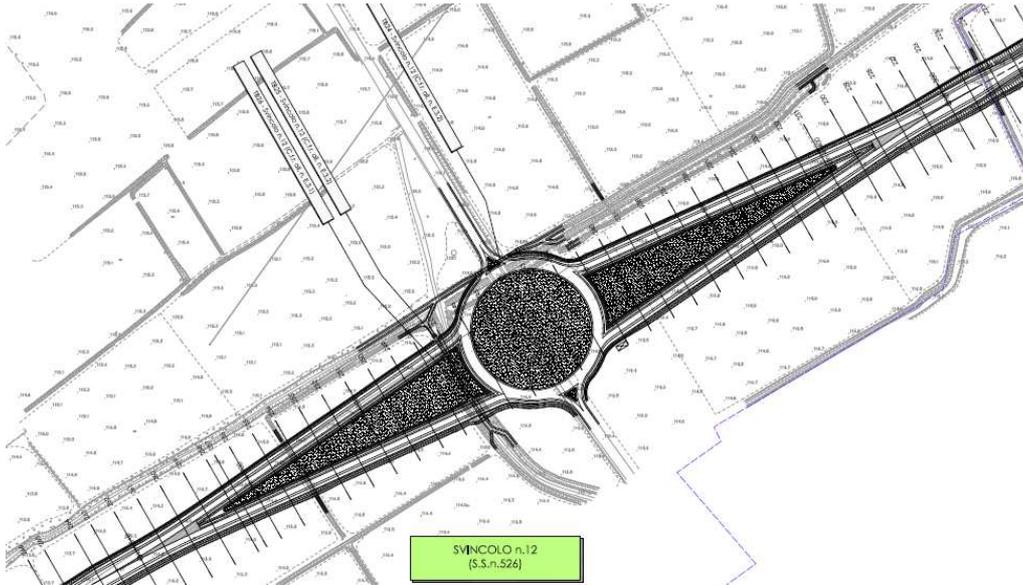
L'adozione di una rotatoria come richiesto, non consente il collegamento diretto con sottopasso, tra i due impianti indicati.

3.4 Svincolo n.12 (S.S.n.596)

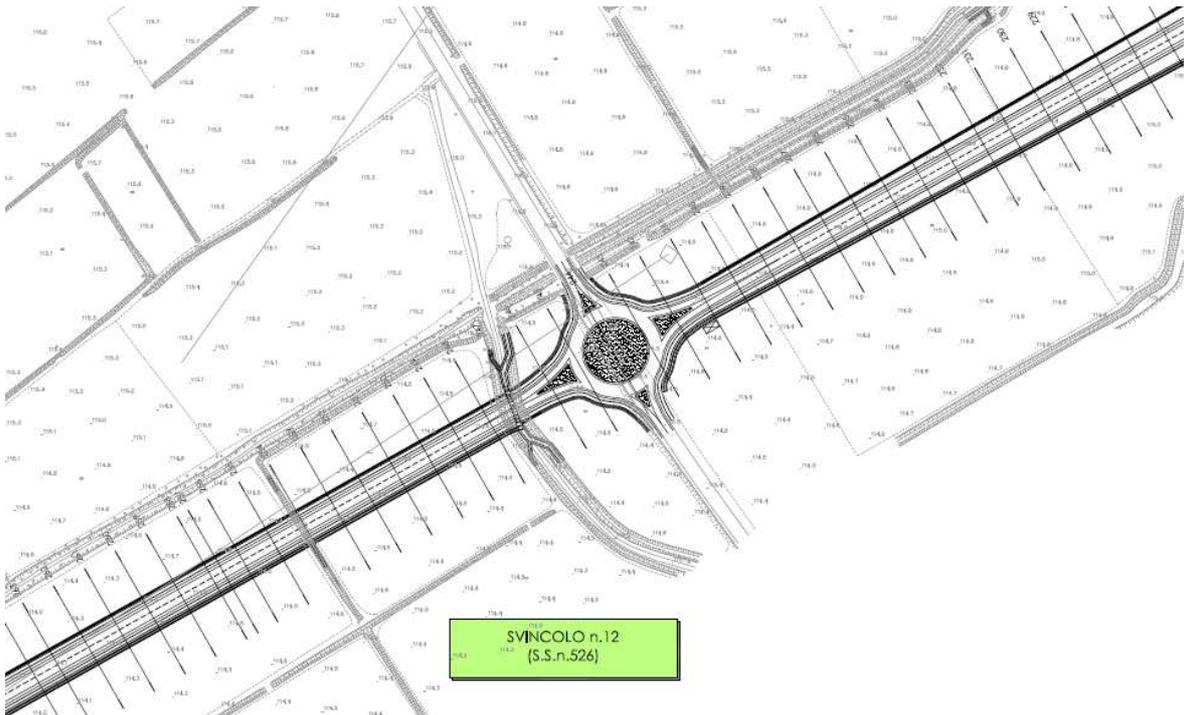
Lo svincolo di progetto presenta uno schema del tipo rotatoria a raso con rampe di collegamento al nuovo tracciato; le dimensioni della rotatoria risultano maggiorate in funzione della futura trasformazione a doppio livello (previsione di inserimento di un sovrappasso nella parte centrale del tracciato principale).

La richiesta è quella di adottare una riduzione dell'ingombro di tale svincolo attraverso il compattamento delle rampe di innesto in rotatoria, e la conseguente riduzione del suo diametro esterno.

Si evidenzia di seguito lo schema previsto in progetto e quello oggetto di richiesta .



Svincolo n.12 - Planimetria di progetto



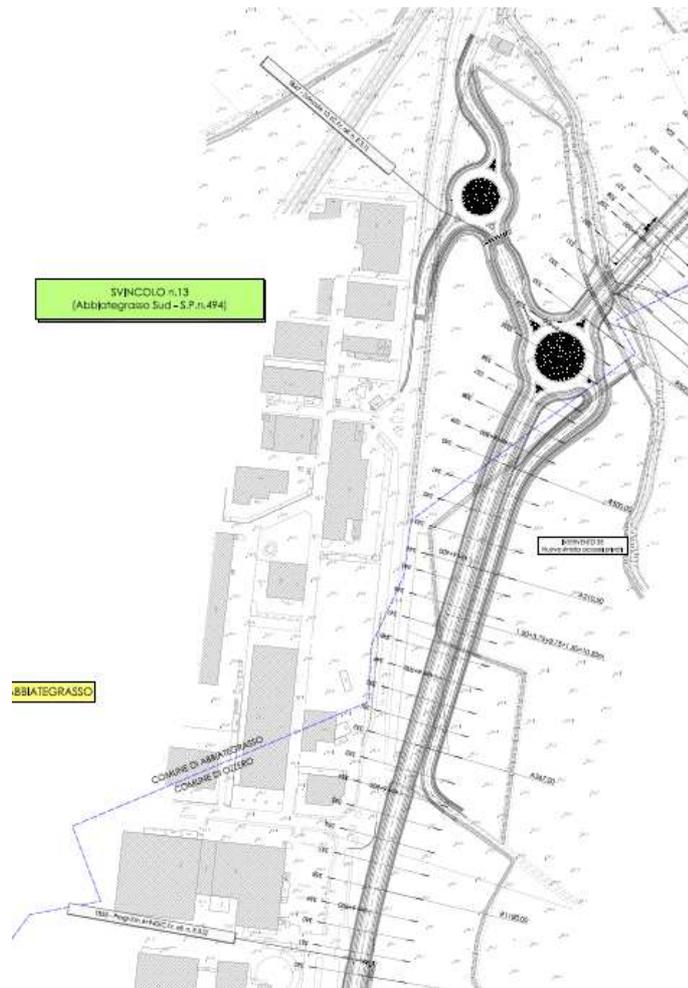
Svincolo n.12 - Planimetria con modifiche richieste

Dall'esame dello schema di svincolo richiesto emerge che **tale soluzione può essere accolta.**

3.5 Svincolo n.13 (Abbategrasso Sud – S.S.n.494)

Lo svincolo di progetto presenta uno schema del tipo rotatoria che si raccorda ad una ulteriore rotatoria di dimensioni ridotte per la connessione sia con l'attuale S.S. n.494 che con la zona industriale di c.na Mirabello tra i comuni di Abbiategrasso e Ozzero.

La richiesta è quella inerente una riduzione di tale svincolo attraverso lo spostamento a sud della rotatoria prevista sul tracciato principale e l'eliminazione della seconda rotatoria con i relativi innesti sulla S.S. n.494. Si evidenzia di seguito lo schema previsto in progetto e quello oggetto di richiesta .



Svincolo n.13 - Planimetria di progetto



Svincolo n.13 - Planimetria con modifiche richieste

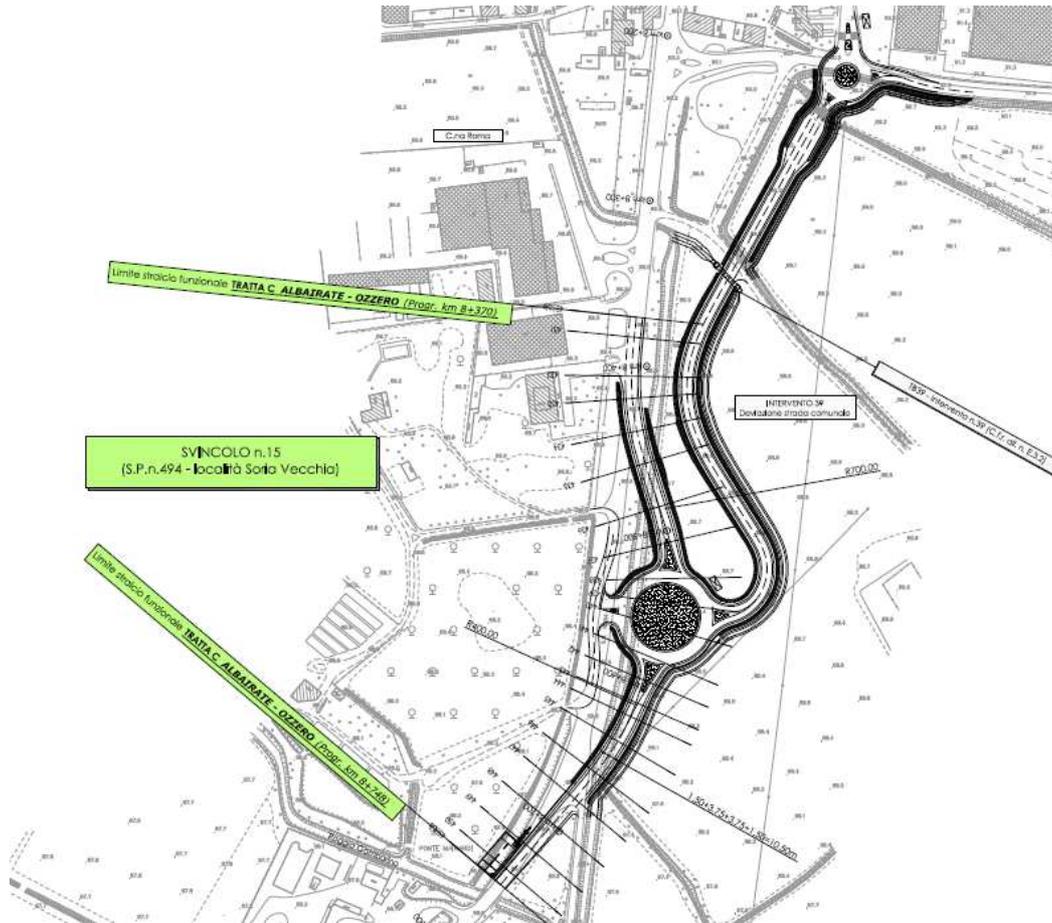
Dall'esame dello schema di svincolo richiesto emerge che tale soluzione **non può essere accolta** per evidenti criticità di ordine geometrico (la presenza di n.5 bracci crea notevoli difficoltà di fluidità alle manovre in attraversamento con conseguente abbattimento del livello di servizio della nuova intersezione). La proposta potrebbe essere accolta, qualora si verificasse la possibilità di distanziare maggiormente i bracci della rotonda posizionati a nord e a est con un lieve spostamento del tracciato principale (in direzione est).

3.6 Svincolo n. 15 (S.S.n.494 - località Soria Vecchia)

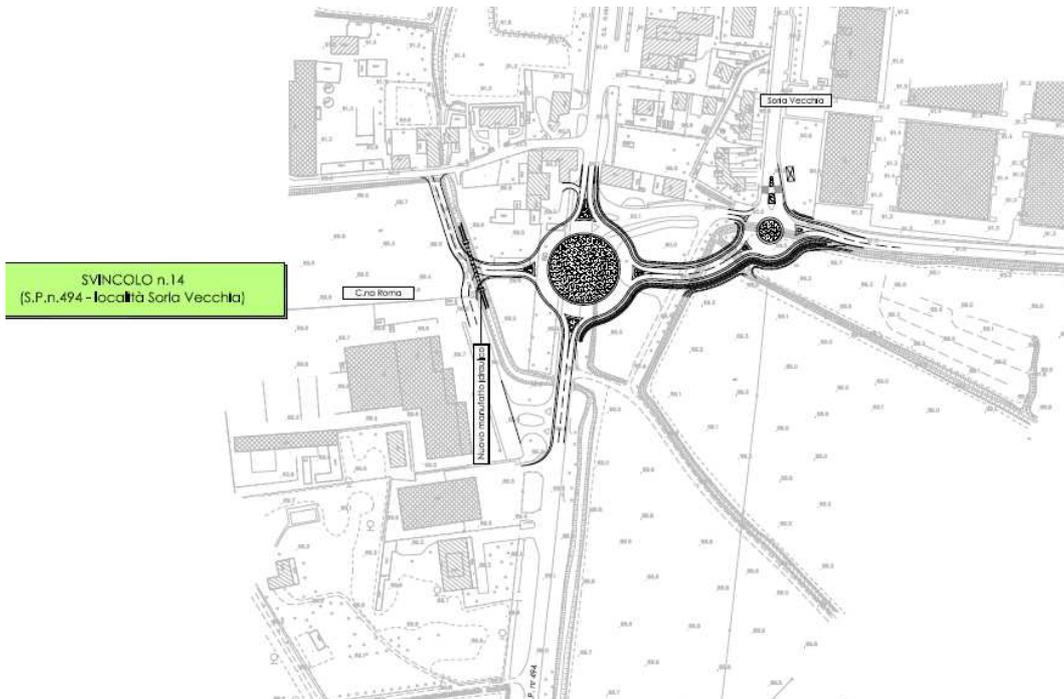
Lo svincolo di progetto in comune di Ozzero, presenta uno schema del tipo rotonda a raso sulle S.S. n.494 con collegamento diretto alla S.P. n.52 in direzione Ozzero Vermezzo.

La richiesta è quella relativa allo spostamento a nord della rotonda di progetto in corrispondenza dell'attuale incrocio semaforizzato.

Si evidenzia di seguito lo schema previsto in progetto e quello oggetto di richiesta .



Svincolo n.15 - Planimetria di progetto



Svincolo n.15 - Planimetria con modifiche richieste

Dall'esame dello schema di svincolo richiesto emerge che **tale soluzione non può essere accolta** per evidenti criticità di ordine trasportistico e geometrico ossia eccessiva vicinanza con la piccola rotatoria prevista sulla S.P.n.52. Qualora si verificasse la possibilità di sostituire la piccola rotatoria sulla S.P. n.52 (intersezione con via Torricelli) con una intersezione di tipo a "T" riservata alle sole manovre in mano destra, allora la proposta potrebbe essere adottata.

4. CALCOLO PAVIMENTAZIONE

4.1 Descrizione generale

La relazione ha come oggetto il dimensionamento della pavimentazione stradale del collegamento tra la S.S.11 "Padana Superiore" a Magenta e la tangenziale Ovest di Milano".

Il calcolo delle pavimentazioni risulta finalizzato alla verifica della pavimentazione di progetto in modo che la stessa risulti compatibile con la durata prevista in condizioni di esercizio per almeno venti anni di vita utile fino al rifacimento integrale.

Tra i metodi di verifica più confacenti alla natura del problema in esame si ritiene corretto scegliere il criterio basato sulle sperimentazioni A.A.S.H.O. e correntemente denominato "degli indici di spessore".

Tale metodo è basato su una serie di relazioni fra un numero indicato come indice di spessore e la quantità di ripetizioni di carico da parte di assi, singoli o binati, diversamente caricati dei veicoli che si presume transiteranno sull'opera nella sua vita utile.

Pertanto si dovrà determinare il numero cumulato di assi standard equivalenti (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips=80 kN=8,2 t) che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il fissato grado di ammaloramento finale provocato dal passaggio degli assi dei veicoli reali ovvero verificando che $W_{8,0}$, numero di assi equivalenti di progetto, sia maggiore o uguale a $N_{8,0}$, numero di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione.

Tali valori sono funzione di vari parametri quali: per $W_{8,0}$ le caratteristiche meccaniche dei materiali, lo spessore degli strati, la portanza del sottofondo, il grado di ammaloramento finale che la pavimentazione può raggiungere, il coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico cumulato che transiterà durante la sua vita utile); per $N_{8,0}$ il tipo di veicoli commerciali del parco veicolare italiano, il numero medio di assi di un generico veicolo commerciale, lo spettro di traffico prevedibile, la ripartizione dello stesso tra le corsie di marcia, la dispersione delle traiettorie, ecc.

In questo modo si potrà verificare il conseguimento di un indice di efficienza (P_f) caratteristico dell'infrastruttura considerata come 'perdita di efficienza':

- Rifacimento completo della pavimentazione: $P_f = 2,5$
- Rifacimento parziale degli strati superficiali: $P_f = 1,5$

I flussi di traffico transitanti sull'infrastruttura in progetto sono stati determinati sulla base di dati rilevati in corrispondenza di alcune sezioni rappresentative. Tali dati, riferiti alla relativa percentuale di veicoli pesanti, sono stati aggiornati mediante l'applicazione di un tasso di crescita pari al 2,5% a partire dall'anno di entrata in esercizio dell'opera e successivamente incrementati per 20 anni

4.1.1 Dati di traffico

I dati di traffico di progetto desunti dallo studio del traffico parte integrante della presente progettazione (vedi elaborato progettuale n. A.16) sono stati stimati in TGM asse A=24186, asse C=29342.

Si procede pertanto alla verifica dell'asse più trafficato C estendendo i risultati agli altri. Per la viabilità secondaria, svincoli, ecc, si è ipotizzato una frazione del 30% di tali dati.

Viabilità principale

TGM "ASSE C" (veicoli equivalenti)	29342
% VEICOLI PESANTI	7%
TASSO DI CRESCITA ANNUO	2.5%
ANNI DI ESERCIZIO PREVISTI (rifacimento integrale delle pavimentazioni)	20
ANNI DI ESERCIZIO PREVISTI (rifacimento dei soli strati superficiali)	5
ASSE EQUIVALENTE DI RIFERIMENTO	80 KN
COEFFICIENTE EQUIVALENZA VEICOLI PESANTI	1.95
COEFFICIENTE EQUIVALENZA ALTRI VEICOLI	0.06
NUMERO ASSI EQUIVALENTI (W_{80})	23.473.600/4.830.167

Viabilità secondaria

TGM (veicoli equivalenti)	30% TGM "Asse C" pari a 8803
% VEICOLI PESANTI	7%
TASSO DI CRESCITA ANNUO	2.5%
ANNI DI ESERCIZIO PREVISTI (rifacimento integrale delle pavimentazioni)	20
ANNI DI ESERCIZIO PREVISTI (rifacimento dei soli strati superficiali)	5
ASSE EQUIVALENTE DI RIFERIMENTO	80 KN
COEFFICIENTE EQUIVALENZA VEICOLI PESANTI	1.95
COEFFICIENTE EQUIVALENZA ALTRI VEICOLI	0.06
NUMERO ASSI EQUIVALENTI (W_{80})	7.042.400/1.449.116

4.1.2 Caratteristiche geometriche degli strati

La stratigrafia della pavimentazione analizzata presenta le caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Viabilità principale

DESCRIZIONE STRATO (DAL PIANO DI APPOGGIO ALLA SUPERFICIE VIABILE)	SPESORE cm
Strato sottofondazione	----
STRATO 1 - Misto granulare stabilizzato	25
STRATO 2 - Misto Cementato	20
STRATO 3 - Strato di Base	12
STRATO 4 - Strato di Collegamento	6
STRATO 5 - Strato di Usura	5
TOTALE	68

Viabilità secondaria

DESCRIZIONE STRATO (DAL PIANO DI APPOGGIO ALLA SUPERFICIE VIABILE)	SPESORE cm
Strato sottofondazione	----
STRATO 1 - Misto granulare stabilizzato	30
STRATO 2 - Strato di Base	10
STRATO 3 - Strato di Collegamento	4
STRATO 4 - Strato di Usura	3
TOTALE	47

4.2 Metodo di calcolo degli indici di spessore

Il metodo è basato su una serie di relazioni fra un numero indicato come indice di spessore e la quantità di ripetizioni di carico da parte di assi, singoli o binati, diversamente caricati.

L'indice di spessore è una funzione lineare di strati, ciascuno caratterizzato da altezze diverse e da materiali diversi, e viene espresso nella formula:

$$I_s = aS_1 + bS_2 + cS_3 + dS_4 + eS_5$$

Dove	I_s	= indice di spessore
	a	= coefficiente di equivalenza misto granulare stabilizzato
	S_1	= spessore strato fondazione misto granulare stabilizzato
	b	= coefficiente di equivalenza strato di misto cementato
	S_2	= spessore strato di misto granulare cementato
	c	= coefficiente di equivalenza strato di base
	S_3	= spessore strato di base
	d	= coefficiente di equivalenza strato di collegamento binder
	S_4	= spessore strato di collegamento binder
	e	= coefficiente di equivalenza strato di usura
	S_5	= spessore strato di usura

I coefficienti a, b, c, d, e , sono funzione della natura dei materiali componenti e delle modalità di lavorazione.

Le variazioni nei campi di validità dei coefficienti si spiegano in ragione della stabilità Marshall di progetto per i conglomerati bituminosi e del C.B.R. per il misto cementato e quello granulare.

Con questo metodo si determina l'indice di struttura SN che rappresenta la capacità portante della sovrastruttura in funzione del tipo di materiale usato e dello spessore degli strati impiegati.

- a) U. Perinetti, A. Crespo, G. Fabbri "Esperimento sul comportamento di diversi tipi di sottobase in una sovrastruttura stradale", 16° Convegno Nazionale Stradale, 1974;

- b) R.Bucchi: "Metodo di progettazione delle pavimentazioni stradali flessibili", da Strade e traffico n. 252, marzo-aprile 1976.

4.3 Verifica della sovrastruttura

4.3.1 Pavimentazione viabilità principale

La verifica della pavimentazione viene sviluppata in funzione del valore della massima perdita di efficienza Δ PSI con particolare riferimento alle due situazioni tipiche di 1.5 (necessità di rifacimento dei soli strati superficiali) e 2.5 (rifacimento integrale delle pavimentazioni).

Perdita di efficienza 1.5

Portanza del Sottofondo:	CBR =	10,0	
Modulo Resiliente del Sottofondo:	M_R (kPa) =	103 458	15000 psi
Numero Assi Equivalenti 80kN (W_{80}):	ESAL(W_{80}) =	4 830 167	
Affidabilità:	R [%] =	95	
Deviazione Standard:	S_o =	0,5	
Max Perdita di Efficienza Pavimentazione:	Δ PSI =	1,50	

Tracciato principale - 5 anni	Coefficiente di strato	Coefficiente di drenaggio	Spessore strato [cm]	Numero strutturale SN
Strato di Usura	0,42	1,00	5,00	0,83
Strato di Collegamento	0,40	1,00	6,00	0,94
Strato di Base	0,30	1,00	12,00	1,42
Strato di Misto cementato	0,20	1,00	20,00	1,57
Base Granulare Stabilizzata	0,14	0,90	25,00	1,24
Spessore totale strato			68,00	
Numero strutturale SN richiesto/calcolato:	3,90		6,00	
Numero Assi Equivalenti 80 kN ESAL (W_{80}):	4'830'167		86'029'577	

In considerazione del traffico pesante prevedibile per la strada in oggetto, la struttura è pertanto da ritenersi ampiamente sufficiente per i 5 anni di esercizio.

Perdita di efficienza 2.5

Portanza del Sottofondo:	CBR =	10,0	
Modulo Resiliente del Sottofondo:	M_R (kPa) =	103 458	15000 psi
Numero Assi Equivalenti 80kN (W_{80}):	ESAL(W_{80}) =	23 473 600	
Affidabilità:	R [%] =	95	
Deviazione Standard:	S_o =	0,5	
Max Perdita di Efficienza Pavimentazione:	Δ PSI =	2,50	

<i>Tracciato principale - 20 anni</i>	<i>Coefficiente di strato</i>	<i>Coefficiente di drenaggio</i>	<i>Spessore strato [cm]</i>	<i>Numero strutturale SN</i>
Strato di Usura	0,42	1,00	5,00	0,83
Strato di Collegamento	0,40	1,00	6,00	0,94
Strato di Base	0,30	1,00	12,00	1,42
Strato di Misto cementato	0,20	1,00	20,00	1,57
Base Granulare Stabilizzata	0,14	0,90	25,00	1,24
Spessore totale strato			68,00	
Numero strutturale SN richiesto/calcolato:	4,37		6,00	
Numero Assi Equivalenti 80 kN ESAL (W80):	27'473'600		271'312'699	

In considerazione del traffico pesante prevedibile per la strada in oggetto, la struttura è pertanto da ritenersi sufficiente per ben oltre i 20 anni di esercizio previsti.

4.3.2 Pavimentazione viabilità secondaria

La verifica della pavimentazione viene sviluppata in funzione del valore della massima perdita di efficienza Δ PSI con particolare riferimento alle due situazioni tipiche di 1.5 (necessità di rifacimento dei soli strati superficiali) e 2.5 (rifacimento integrale delle pavimentazioni).

Perdita di efficienza 1.5

Portanza del Sottofondo:	CBR =	10,0	
Modulo Resiliente del Sottofondo:	M_R(kPa) =	103 458	15000 psi
Numero Assi Equivalenti 80kN (W₈₀):	ESAL(W₈₀) =	1 449 116	
Affidabilità:	R [%] =	95	
Deviazione Standard:	S_o =	0,5	
Max Perdita di Efficienza Pavimentazione:	ΔPSI =	1,50	

<i>Viabilità secondaria - 5 anni</i>	<i>Coefficiente di strato</i>	<i>Coefficiente di drenaggio</i>	<i>Spessore strato [cm]</i>	<i>Numero strutturale SN</i>
Strato di Usura	0,42	1,00	3,00	0,50
Strato di Collegamento	0,40	1,00	4,00	0,63
Strato di Base	0,30	1,00	10,00	1,18
Base Granulare Stabilizzata	0,14	1,00	30,00	1,65
Spessore totale strato			47,00	
Numero strutturale SN richiesto/calcolato:	3,17		3,96	
Numero Assi Equivalenti 80 kN ESAL (W80):	1'449'116		5'298'473	

In considerazione del traffico pesante prevedibile per la strada in oggetto, la struttura è pertanto da ritenersi ampiamente sufficiente per i 5 anni di esercizio.

Perdita di efficienza 2.5

Portanza del Sottofondo:	CBR =	10,0	
Modulo Resiliente del Sottofondo:	M_R(kPa) =	103 458	15000 psi
Numero Assi Equivalenti 80kN (W₈₀):	ESAL(W₈₀) =	7 042 400	
Affidabilità:	R [%] =	95	
Deviazione Standard:	S_o =	0,5	
Max Perdita di Efficienza Pavimentazione:	ΔPSI =	2,50	

<i>Viabilità secondaria - 20 anni</i>	<i>Coefficiente di strato</i>	<i>Coefficiente di drenaggio</i>	<i>Spessore strato [cm]</i>	<i>Numero strutturale SN</i>
Strato di Usura	0,42	1,00	3,00	0,50
Strato di Collegamento	0,40	1,00	4,00	0,63
Strato di Base	0,30	1,00	10,00	1,18
Base Granulare Stabilizzata	0,14	1,00	30,00	1,65
Spessore totale strato			47,00	
Numero strutturale SN richiesto/calcolato:	3,71		3,96	
Numero Assi Equivalenti 80 kN ESAL (W80):	7'042'400		11'384'597	

In considerazione del traffico pesante prevedibile per la strada in oggetto, la struttura è pertanto da ritenersi ampiamente sufficiente per i 20 anni di esercizio.

5. BARRIERE DI SICUREZZA

5.1 Premessa

Il presente documento costituisce lo specifico allegato progettuale individuato nel Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (D.M. 3 giugno 1998) finalizzato ad individuare:

- Ubicazione dei punti da proteggere ai sensi dell'art. 3 dell'Allegato al D.M. n.2367/2004;
- Tipologia delle barriere;
- Opere complementari connesse.

5.2 Normativa di riferimento

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

1. D.M. 21 giugno 2004, n. 2367
Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove della barriere di sicurezza stradale.;
2. D.M. 18 febbraio 1992, n.223. (G.U. n.63 del 16.3.92)
Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
3. D.M. 28.06.2011 pubblicato in G.U. n. 233 del 06.10.2011.
Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
4. Direttiva del 25 agosto 2004, n. 3065.
Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
5. Circolare MIT 21.07.2010 prot. 62032
Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

5.3 Tipologia

Per le tipologie di barriere adottate per l'intervento in oggetto si fa riferimento a quelle individuate nella direttiva di cui alla premessa ed al Decreto 3 giugno 1998.

In particolare le barriere si classificano, in relazione al Livello di contenimento "Lc" definito come quantità di energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alla barriera, espressa da:

$$Lc = \frac{1}{2} M(v \sin \theta)^2$$

Di conseguenza per ogni tipologia di barriera stradale si avranno i seguenti livelli:

- Classe N1: $L_c = 44 \text{ kJ}$
- Classe N2: $L_c = 82 \text{ kJ}$
- Classe H1: $L_c = 127 \text{ kJ}$
- Classe H2: $L_c = 288 \text{ kJ}$
- Classe H3: $L_c = 463 \text{ kJ}$
- Classe H4: $L_c = 572 \text{ kJ}$.

Convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, si individua l'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

Tali livelli di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 03-06-1998), dovranno essere comprovati con certificato di omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, o con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15.10.1996).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata. Per la valutazione del traffico, questo sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei tre livelli seguenti:

- Traffico tipo I: quando il TGM è minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg minore o uguale al 5% del totale;
- Traffico tipo II: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale;
- Traffico tipo III: quando con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg sia maggiore del 15% sul totale.

Per TGM si intende il traffico giornaliero medio annuale nei due sensi.

Ai fini applicativi la seguente tabella "A" riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare.

(Si fa riferimento alla classificazione delle strade prevista dal D.M. 05.11.2001)

Tabella "A"

Tipo di strade	Traffico	Destinazione barriere		
		barriere spartitraffico	barriere bordo laterale	barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2 - H3	H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

⁽¹⁾ Valido per opere d'arte (ponti, viadotti, muri e simili) con lunghezza superiore ai 10 metri; per luci inferiori sono equiparate al bordo laterale

Si individuerà le caratteristiche prestazionali delle barriere da adottare (classe, livello di contenimento, indice di severità, materiali, larghezza di lavoro ecc.) tenendo conto della loro congruenza con il tipo di strada, il tipo di supporto, le condizioni geometriche esistenti ed il traffico prevedibile su di essa secondo quanto indicato nelle tavole di progetto.

Ove necessario, si potrà utilizzare barriere della classe superiore a quella minima indicata; esempio canonico sono gli attraversamenti delle linee FS dove si è prevista comunque una barriera H4 bordo ponte.

Nel particolare, per i tratti in progetto si prevede l'utilizzo di barriere omologate tipo:

- H3 per lo spartitraffico (predisposizione Tratta A);
- H2 e H3 per bordo ponte (eccetto per FS H4);
- H2 per bordo rilevato;

Si prevede, la scelta del livello di traffico del "tipo II", con TGM maggiore di 1000, presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale"; per cui in base alle diverse viabilità in progetto, saranno posizionate le seguenti barriere stradali:

TRATTA A

a) bordo laterale rilevati - Classe H2 - Lc=288kj - W4 (W<1.30m)

Classe H3 (ciglio destro) - Lc=463kj - W7 (W<2.50m)

b) bordo ponte - Classe H3 - Lc=463kj - W6 (W<1.80m)

TRATTA C - VARIANTE DI PONTENUOVO DI MAGENTA

a) bordo laterale rilevati - Classe H2 - Lc=288kj - W4 (W<1.30m)

b) bordo ponte - Classe H3 - Lc=463kj - W6 (W<1.80m)

c) bordo ponte (su impalcato Linea FS) - Classe H4 - Lc=724kj - W4 (W<1.30m)

Lungo la viabilità minore interferita, strade locali tipo F e comunali tipo E, si adottano le seguenti barriere:

a) bordo laterale rilevati - Classe H2 - Lc=288kj - W4 (W<1.30m)

b) bordo ponte - Classe H2 - Lc=288kj - W5 (W<1.65m)

c) bordo laterale rilevati - Classe N2 - Lc=82kj - W2 (W<0.80m)

Sono stati previsti, infine, terminali ed elementi di transizione atti a garantire la continuità strutturale tra i diversi tipi di barriere (collegamenti tra tipologie bordo rilevato e bordo ponte); tali elementi, individuati dalle tabelle B e C della Legge.

5.4 Ubicazione barriere

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate secondo i criteri generali per l'ubicazione delle stesse, in corrispondenza delle seguenti zone da proteggere:

- tratti della piattaforma stradale ove la quota del rilevato supera 1,00 m di quota al di sopra del piano campagna;
- tratti della piattaforma stradale su ponte e muri;
- tratti della piattaforma stradale in affiancamento;

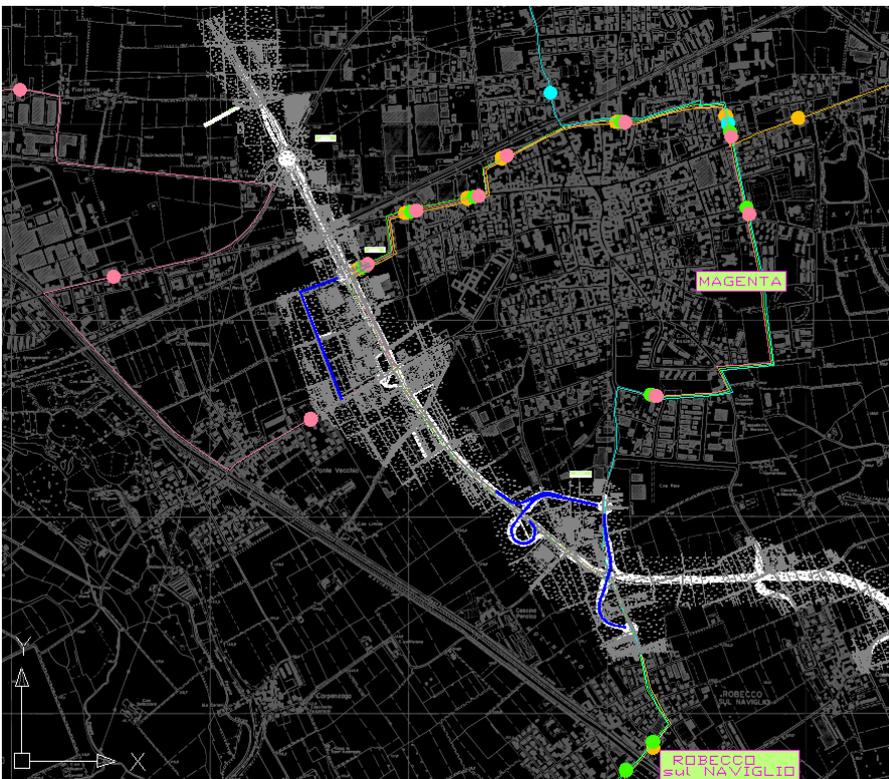
5.5 Punti singolari: gallerie artificiali, trincee con muri

Nelle gallerie artificiali e nei tratti in trincea con muri laterali a "U" sono stati adottati profili redirettivi in cls a protezione delle strutture che costituiscono i piedritti laterali e le elevazioni delle opere di sostegno delle trincee.

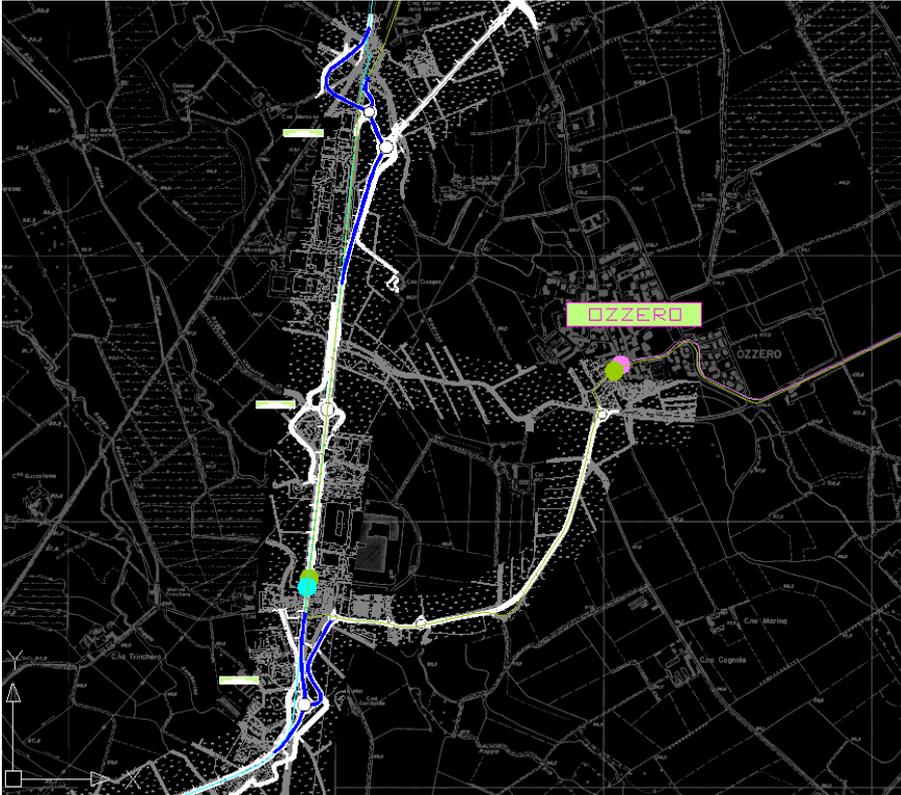
6. TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

L'assetto viario previsto risulta articolato in due tratte:

La **Tratta A Magenta - Albairate**, presenta un tracciato che per i primi 1000 m di sviluppo si sovrappone al sedime della S.S.n.526, dove è prevista la realizzazione di una nuova rotonda in sostituzione dell'attuale incrocio semaforizzato con la strada per Pontevecchio. In tale tratto si prevede il mantenimento delle linee di trasporto pubblico esistenti. Successivamente il tracciato si sviluppa in nuova sede fino alla S.P. 114, senza pertanto comportare modifiche all'assetto della circolazione di linee di TPL; le linee interessate lungo il primo tratto sono: H641 Nosate Magenta, H640 Magenta Abbiategrasso Bisceglie, H610 Magenta Vigevano Gallarate, H628 Abbiategrasso Legnano; in colore blu sono evidenziati gli itinerari modificati.



La **tratta C Albairate - Ozzero** si sviluppa in variante di tracciato fino a sud di Abbiategrasso, da qui l'intervento rientra in sede alla S.S. 494 dove ha termine l'intervento. Fa parte di questo tratto la realizzazione dello svincolo n.15 (località Soria Vecchia) di tipo a rotonda, in sostituzione dell'attuale incrocio semaforizzato con la strada per Ozzero - Vermezzo. Lungo quest'ultimo tratto sono presenti le seguenti linee: H610 Vigevano Magenta Gallarate, H650 Abbiategrasso MottaVisconti, per le quali è previsto il mantenimento di itinerario attraverso l'utilizzo degli svincoli definiti di connessione alla viabilità locale, come evidenziato in colore blu.



7. PISTE CICLABILI

Nell'ambito del progetto sono previsti una serie di interventi finalizzati al mantenimento della continuità ciclabile sia in riferimento a quanto esistente sia in riferimento alla pianificazione di settore; a tale proposito è stata sovrapposta la soluzione di progetto con la cartografia elaborata dalla provincia di Milano nell'ambito del progetto MIBICI (2008).

Di seguito si elencano gli interventi previsti in relazione alla tipologia adottata per garantire la continuità degli itinerari, con riferimento agli stralci planimetrici allegati; la cartografia MIBICI identifica le seguenti tipologie di itinerari:

Rete portante esistente;

Rete portante in programma;

Rete portante da programmare.

Rete di supporto esistente;

Rete di supporto in programma;

Rete di supporto da programmare.

I - mediante sovrappassaggio della galleria artificiale di progetto viene previsto il mantenimento della connessioni locali in continuità dell'itinerario di rete di supporto in programma in sede promiscua.

L - mediante il sovrappasso del canale Villoresi e delle relative strade alzaie, opportunamente raccordate con

la deviazione di strade di asservimento ai fondi, è garantita la continuità degli itinerari di rete portante e di supporto.

M – si prevede la realizzazione in sede protetta di un tratto in affiancamento alla deviazione della viabilità locale con relativo sovrappasso del tracciato principale per uno sviluppo di circa 450 m.

O – si prevede la realizzazione in sede protetta di un tratto in affiancamento alla deviazione della viabilità locale con relativo sovrappasso del tracciato principale per uno sviluppo di circa 500 m.

Q – si prevede la realizzazione in sede protetta di un tratto in affiancamento alla deviazione della viabilità locale con relativo sovrappasso del tracciato principale per uno sviluppo di circa 835 m; inoltre è previsto il raccordo mediante itinerario in sede promiscua su viabilità locale dell'itinerario di rete portante.

R – mediante adeguamento della viabilità locale è previsto il mantenimento dell'itinerario di rete di supporto in sede protetta (nuova rotatoria incrocio S.S.n.526 – strada per Pontevecchio).

T – è previsto il mantenimento dell'itinerario rete di supporto mediante sede promiscua lungo la deviazione della viabilità locale con sottopassaggio in sede protetta (esistente) della linea ferroviaria in località Cascina Bruciata;

U – si prevede il mantenimento della connessione in sede protetta del tratto in sottopassaggio della linea ferroviaria e in scavalco mediante specifica passerella del Naviglio e interconnessione con il relativo itinerario ciclabile di rete portante; tale tratto si estende per 1065 m.

V – l'itinerario rete di supporto lungo il Ticinello viene mantenuto mediante il ponte di scavalco del tracciato principale e deviazione della viabilità locale.

X – il manufatto di scavalco del Naviglio Bereguardo consente il mantenimento della continuità ciclabile dell'itinerario di rete portante lungo l'alzaia.

Y – la deviazione e il relativo manufatto di scavalco del tracciato principale consente il mantenimento della continuità dell'itinerario di rete di supporto in sede promiscua.

Complessivamente sono previsti 2850 m di piste ciclabili in sede protetta, n. 3 manufatti viari con affiancamento di pista ciclabile e n. 1 passerella ciclopedonale.

8. ELEMENTI STORICO ARCHITETTONICI

Il progetto in esame presenta diversi modi di interazione con il paesaggio, di seguito si descrive l'influenza sull'aspetto paesaggistico dell'opera in presenza di elementi storico architettonici esistenti nel comparto interessato.

Si richiama il censimento dei beni storico architettonici svolto, in fase di progettazione preliminare e studio di impatto ambientale, mediante documentazione fotografica (allegato alla presente), localizzazione cartografica e verifica delle tavole del PTCP della Provincia di Milano.

Sulla base delle analisi svolte per ciascuna interferenza individuata sono state studiate e proposte le opportune opere di mitigazione, riportate negli allegati specifici e descritte brevemente di seguito.

In generale, i beni di interesse artistico e storico risultano concentrati all'interno delle aree edificate e risultano pertanto il più delle volte al di fuori della fascia di intervisibilità con l'intervento in esame; suddivisi per tratta gli elementi individuati sono:

Tratta A:

- Villa Peralza in comune di Magenta, località C.na Peralza;
- ambito paesistico "bellezze d'insieme" Naviglio Grande e, in particolare, i beni di interesse artistico e storico a Cassinetta di Lugagnano (Villa Bossi Paroli, Villa La Bardena, Villa Visconti);

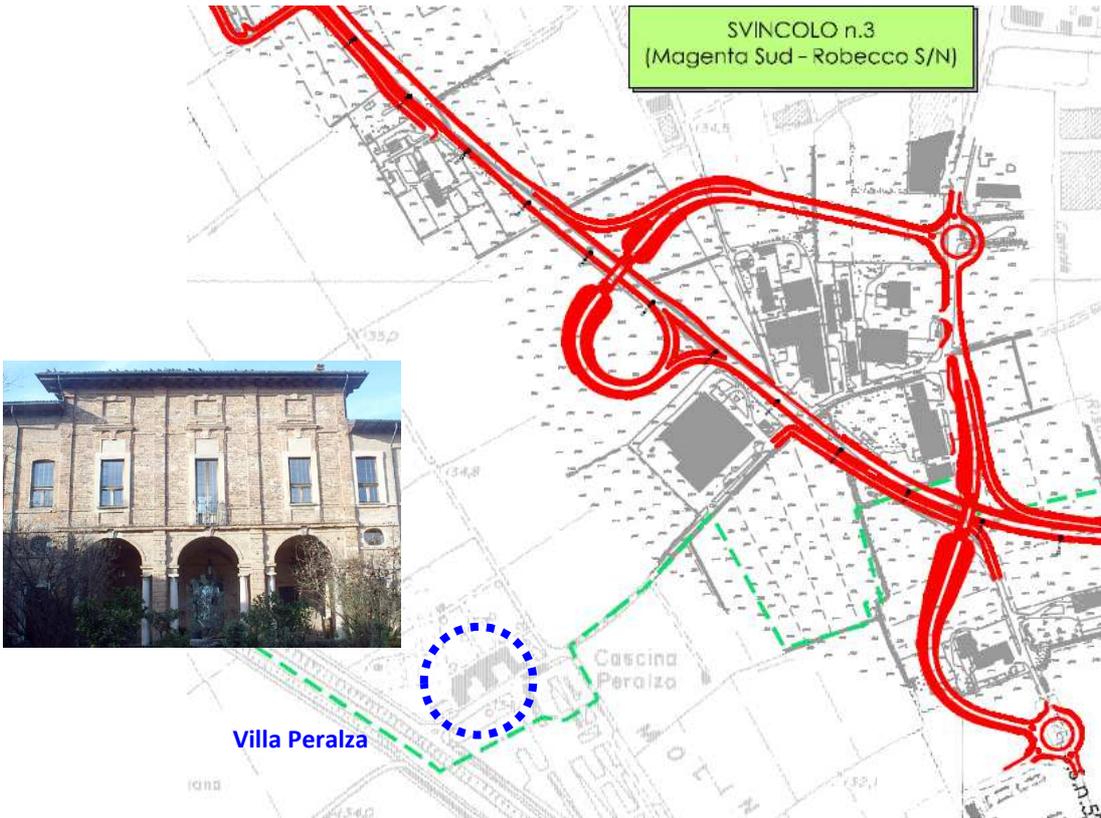
Tratta C:

- Naviglio Grande;
- Roggia Ticinello;
- Naviglio di Bereguardo (conca Leonardesca);
- Roggia Gambarina.

Si riporta inoltre in conclusione al capitolo l'esame effettuato sulla cartografia del PTCP della Provincia di Milano delle interferenze del tracciato rispetto ai percorsi storici e la verifica della risoluzione delle stesse, mantenendo ovunque la continuità degli stessi.

In corrispondenza della parte iniziale della Tratta A in comune di Magenta con l'intervento di sistemazione della viabilità esistente, la nuova rotatoria incrocio S.S.n.526 e strada per Pontevecchio e lo svincolo n.3 si evidenzia la presenza di Villa Peralza, localizzata a circa 250 m dallo svincolo in progetto all'interno della fascia di intervisibilità.

Si riportano la localizzazione con la foto del bene rispetto all'intervento, nonché lo stralcio delle opere di inserimento e mitigazione previste.



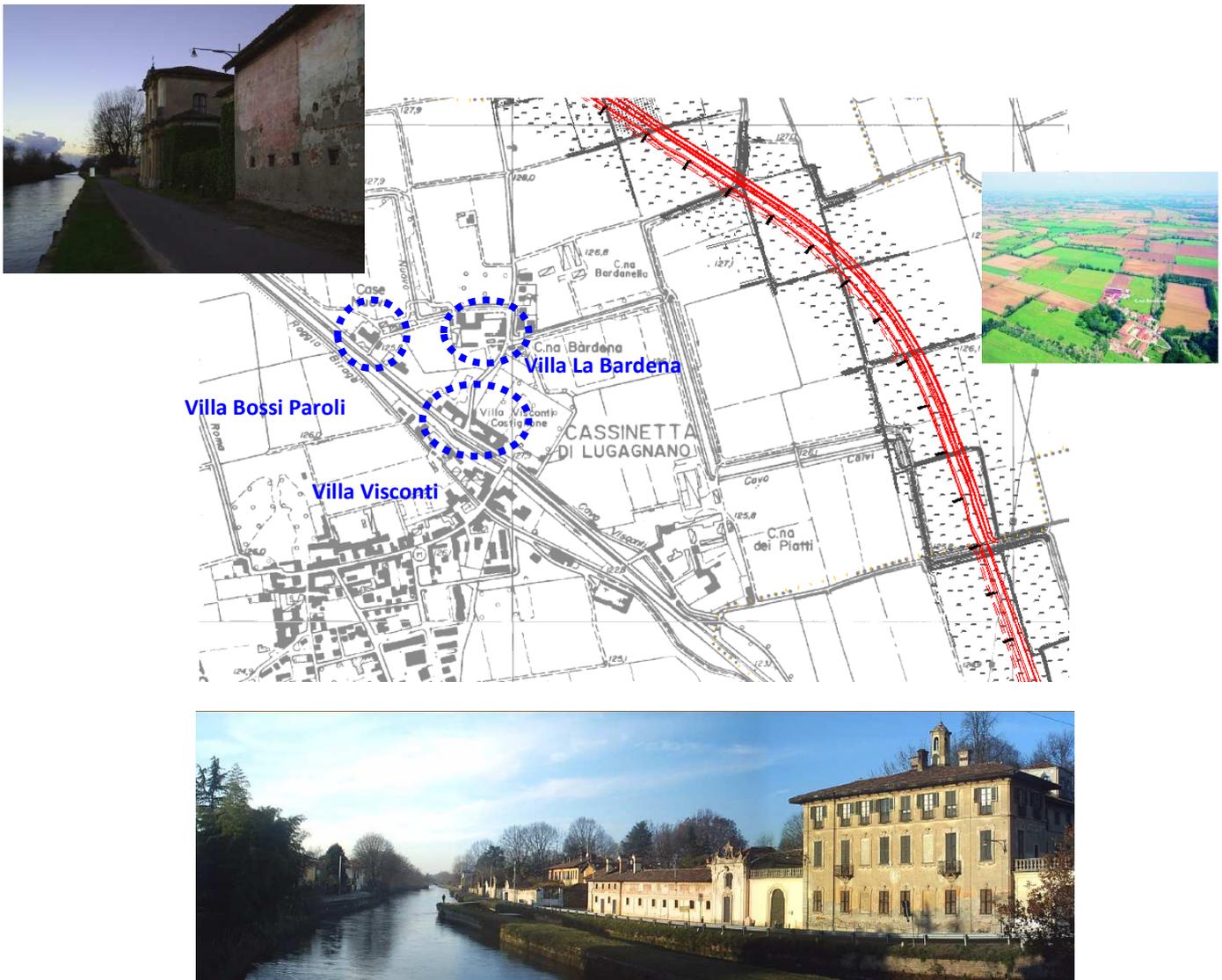
Le opere di mitigazione previste creano una cortina filtro di mascheratura rispetto all'elemento viario principale costituito dalla rampa di svincolo a due livelli e dal relativo ponte; la cortina di edificazioni esistenti chiude la vista sulle tratte adiacenti.

La successiva interazione è costituita dall'intervento in variante a semplice carreggiata che si estende nella tratta A da Robecco ad Albairate.

A Cassinetta di Lugagnano risultano presenti nella fascia di intervisibilità alcune Ville storiche con le rispettive pertinenze:

- Villa, cappella e giardini Bossi Paroli
- Villa padronale, rustico e parco La Bardena
- Villa Visconti con cappella rustici e parco

Si riportano di seguito gli elementi presenti, foto documentazione e localizzazione, nonché stralcio delle opere di inserimento e mitigazione previste:



Le opere di mitigazione previste lungo tale tratto, il cui andamento altimetrico si mantiene al piano campagna, sono costituiti da filari arboreo arbustivi, adeguati all'inserimento nel contesto paesaggistico interessato.



Nella Tratta C il primo elemento di interferenza con i beni storico ed architettonici è l'attraversamento del Naviglio Grande, previsto mediante viadotto, in contiguità all'adiacente svincolo sulla S.S. 494.

Le opere di mitigazione comprendono la sistemazione a verde delle aree intercluse dalla viabilità e la realizzazione di filari arboreo arbustivi come da stralci di seguito riportati.



Proseguendo lungo la Tratta C verso Ozzero, il tracciato interferisce con la Roggia Ticinello.

L'attraversamento delle Roggia Ticinello è previsto mediante ponte e adeguamento della viabilità locale di mantenimento della continuità di accesso ai fondi e della strada alzaia stessa; le opere di inserimento e mitigazione sono costituite da filari arboreo arbustivi secondo lo stralcio di seguito riportato.

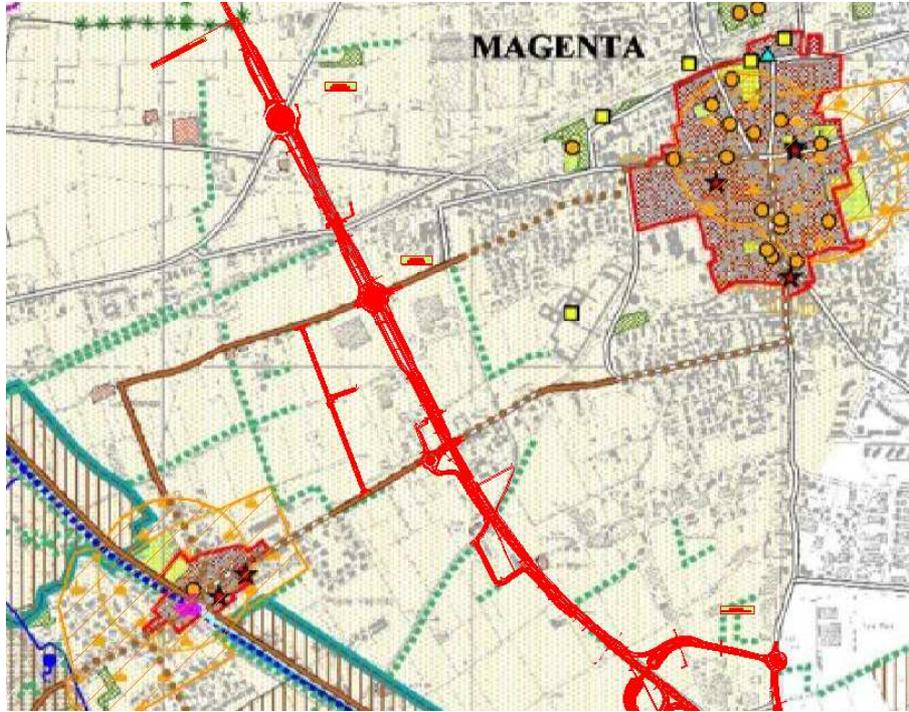


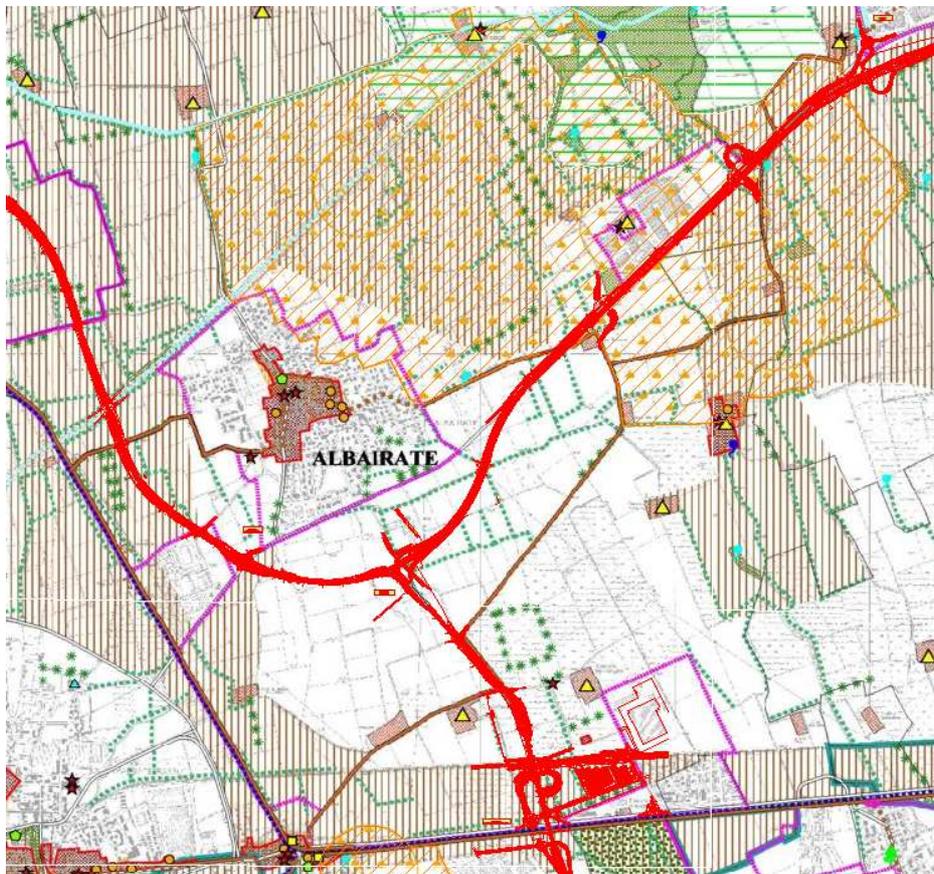
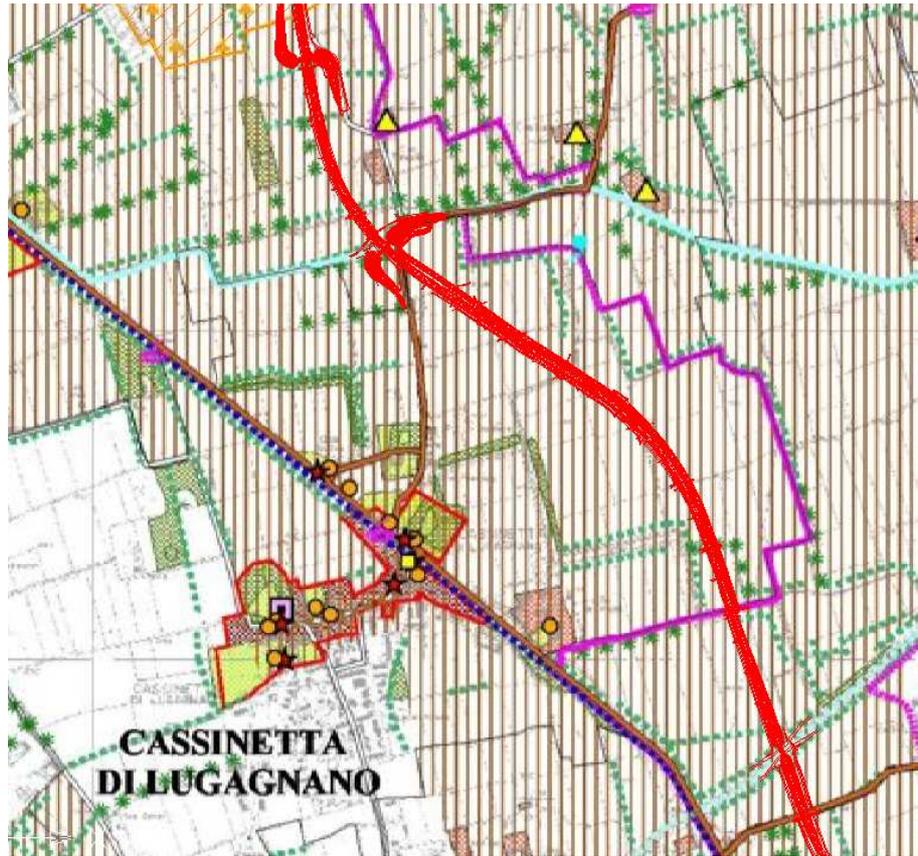
Successivamente il tracciato stradale in variante a semplice carreggiata intercetta il Naviglio Bereguardo. L'attraversamento del Naviglio Bereguardo è previsto mediante ponte per il superamento e mantenimento della continuità della relativa strada alzaia; le opere di mitigazione e inserimento sono costituite da filari arboreo arbustivi come risulta dallo stralcio di seguito riportato.

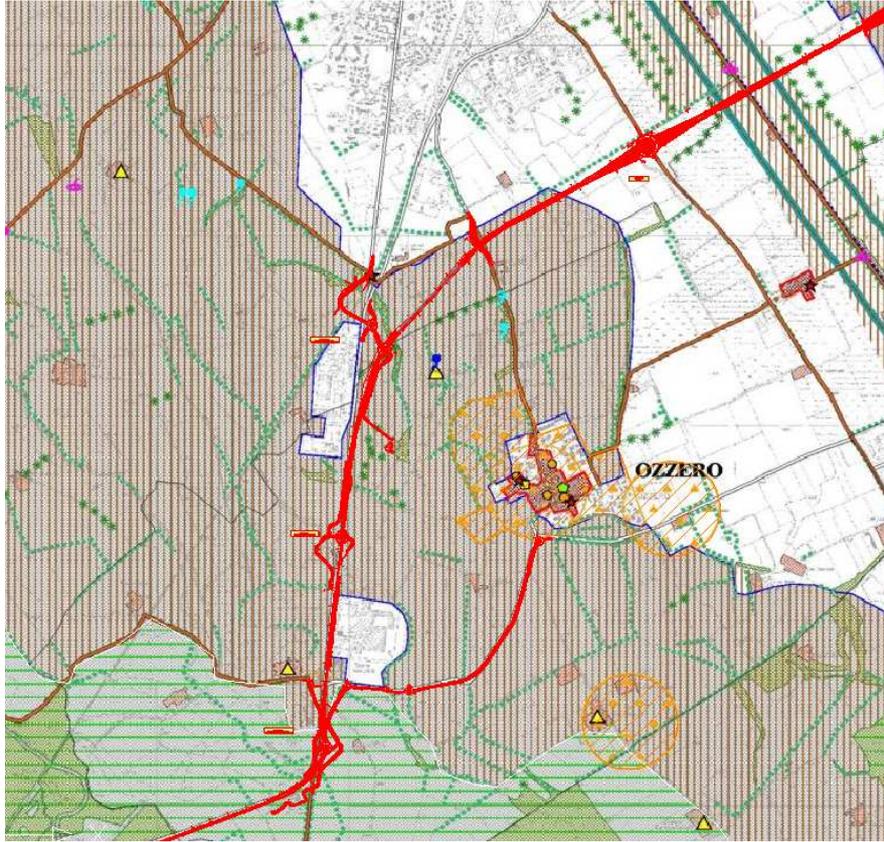


Continuità dei percorsi storici

Dall'esame della cartografia del PTCP della Provincia di Milano con la sovrapposizione del tracciato di cui al presente Progetto Definitivo possono essere verificate le soluzioni di continuità relative ai percorsi storici; si riportano di seguito gli stralci, tratto per tratto relativi al suddetto confronto, ove la viabilità in progetto risulta cartografata in rosso e i percorsi storici risultano rappresentati dalla linea in colore marrone:







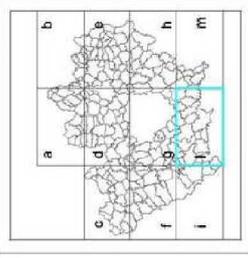
ALLEGATI

Cartografia MIBICI stralci planimetrici con sovrapposta la soluzione di progetto


 Direzione Centrale Pianificazione e Assetto del Territorio
 Settore Parchi e Mobilità ciclabile

MIBICI
 La rete strategica della mobilità ciclistica

Scala: 1:25.000
 Data: Marzo 2008
 Tav. n. 21



Itinerari ciclistici

- Rete portante esistente
- Rete portante in programma
- Rete portante da programmare
- Rete di supporto esistente
- Rete di supporto in programma
- Rete di supporto da programmare

Itinerari ferroviari

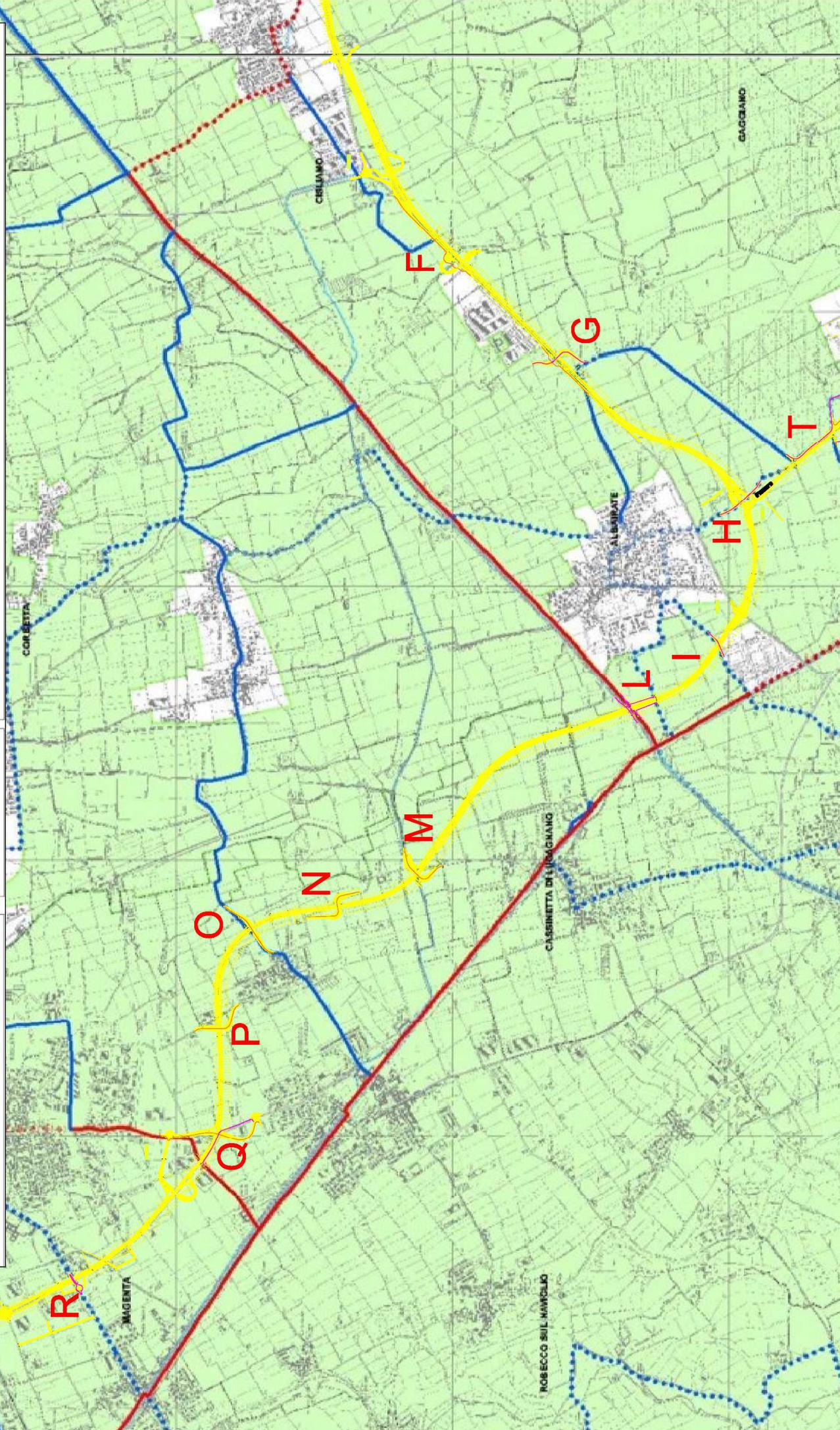
- Ferrovie
- Metropolitana esistente
- Metropolitana in progetto
- Rete primaria esistente
- Altre strade

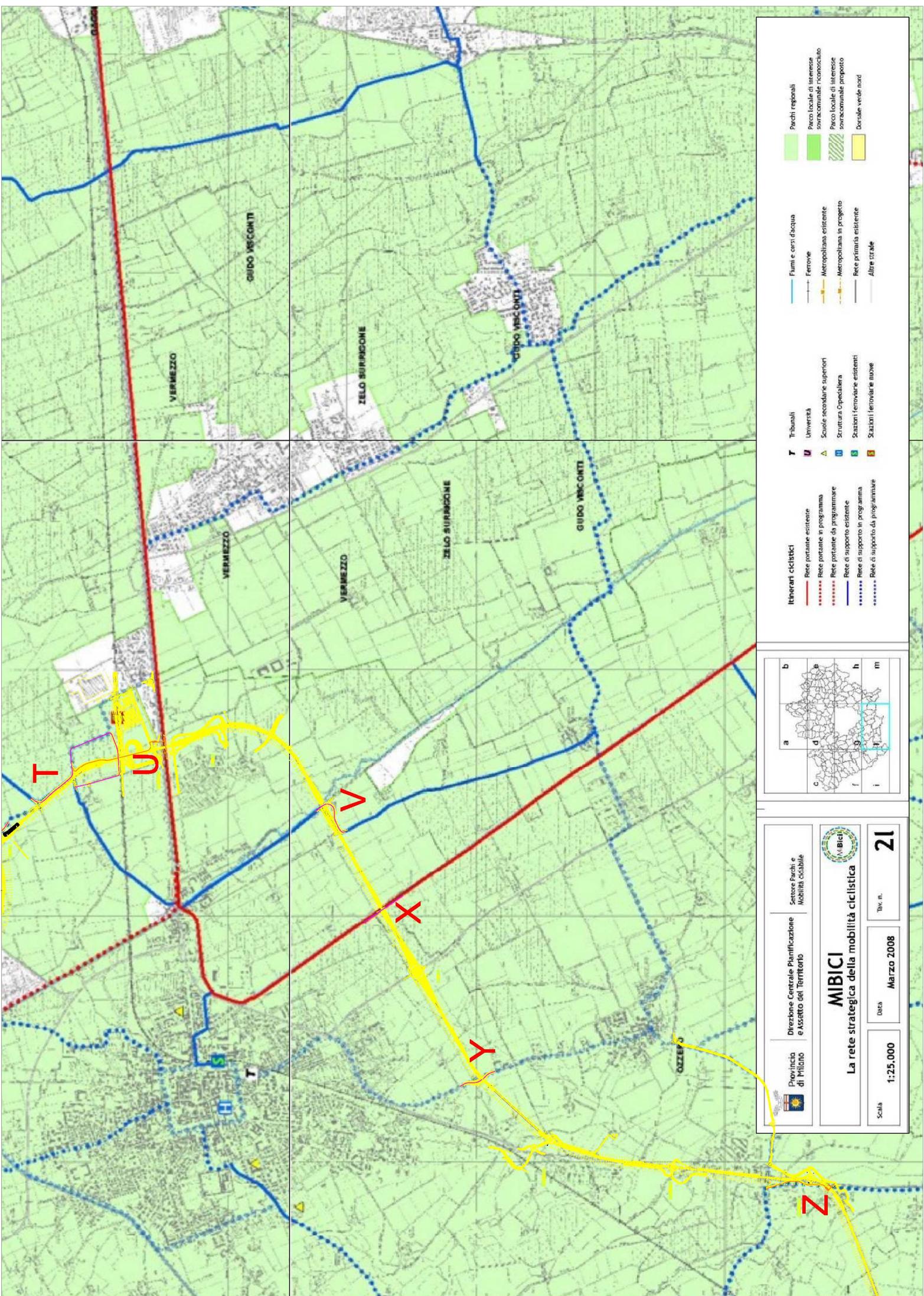
Altre informazioni

- Fiumi e corsi d'acqua
- Dorsale verde nord
- Parchi regionali
- Parco locale di interesse sovacomunale riconosciuto
- Parco locale di interesse sovacomunale proposto
- Dorsale verde nord

Simboli

- Tribunali
- Università
- Scuole secondarie superiori
- Struttura Ospedaliera
- Stazioni ferroviarie esistenti
- Stazioni ferroviarie nuove



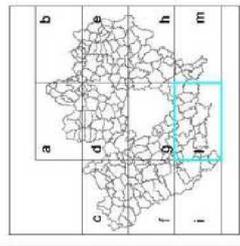


- Parchi regionali
- Parco locale di interesse sovacomunale riconosciuto
- Parco locale di interesse sovacomunale proposto
- Dorsale verde nord

- Fiumi e corsi d'acqua
- Ferrovie
- Metropolitana esistente
- Metropolitana in progetto
- Rete primaria esistente
- Altre strade

- Tribunali
- Università
- Scuole secondarie superiori
- Struttura Ospedaliera
- Stazioni ferroviarie esistenti
- Stazioni ferroviarie nuove

- Itinerari ciclistici
- Rete portante esistente
- Rete portante in programma
- Rete portante da programmare
- Rete di supporto esistente
- Rete di supporto in programma
- Rete di supporto da programmare



Settore Parchi e Mobilità ciclabile

Direzione Centrale Pianificazione e Assetto del Territorio

Provincia di Milano

MIBICI

La rete strategica della mobilità ciclistica



Scala 1:25.000

Data Marzo 2008

Doc. n. 21

Censimento dei beni storico architettonici e localizzazione cartografica, fonte cartografia PTCP, con sovrapposizione della soluzione di progetto



Legenda

— Vie della città

Elementi ed ambiti vincolati ex D.Lgs. 430/89

-  Bene di interesse storico e artistico - art. 2
-  Bene di interesse artistico e storico - art. 2
-  Bene di interesse - art. 33b
-  Bene - art. 146 let. g
-  Riviera naturali - art. 146 let. f
-  Fiumi e corsi d'acqua - art. 146 let. c