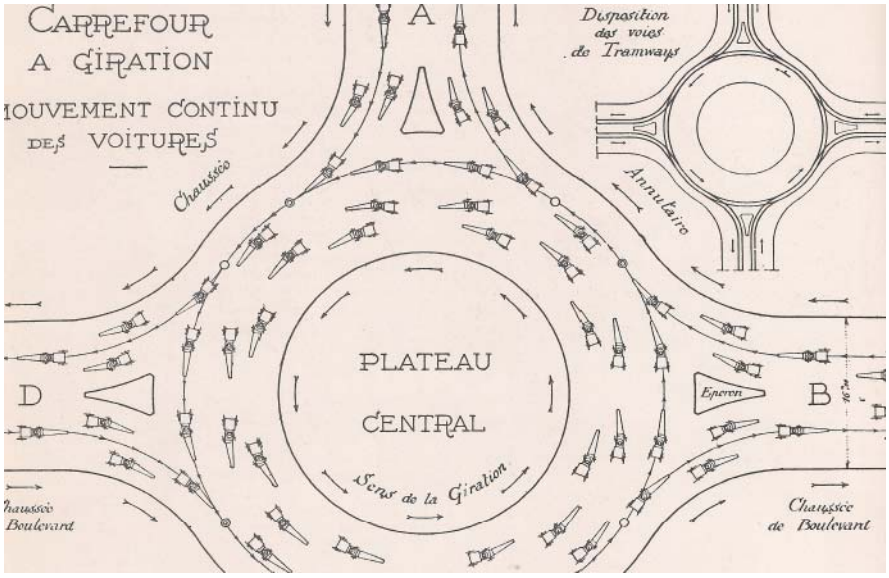
LAGS

LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

COREP RST AIIT

CON IL PATROCINIO E IL PARTENARIATO DELLA
CONSULTA NAZIONALE SULLA SICUREZZA STRADALE

LE INTERSEZIONI A ROTATORIA



TECNICHE, COSTI, EFFICACIA

DOSSIER REALIZZATO CON LA COLLABORAZIONE DELLE PROVINCE DI BIELLA, BOLOGNA, LECCE, NOVARA, TORINO E DEI COMUNI DI ASTI E UDINE

MAGGIO 2010

AVVERTENZA

Il presente documento è costituito dai materiali predisposti per il seminario "Le valutazioni costi/efficacia come strumento di verifica e indirizzo degli investimenti in infrastrutture viarie. Caso di studio: le intersezioni a rotatoria e la sicurezza stradale".e per il modulo formativo "Le rotatorie di seconda generazione", entrambi realizzati nell'ambito del secondo corso di addestramento al governo della sicurezza stradale, RoSaM2, promosso dalla Regione Piemonte per i quadri delle amministrazioni locali piemontesi e realizzato dal LAGS.

Il documento può essere scaricato dal sito ww.lags.corep.it

INDICE

Premessa 1

Parte prima
Riferimenti generali 7

1 Aspetti generali, Maurizio Coppo 9

2 L'esperienza formativa di RoSaM2, Roberto Tadei 43

3 Le valutazioni costi/efficacia, Silvano Miniati 51

4 Introduzione all'analisi costi/efficacia applicata alle infrastrutture viarie, Stefano Giovenali 55

5 La cultura tecnica della sicurezza stradale e il diritto all'informazione, Giuseppe Guccione 69

Parte seconda
Quatttro casi di studio 73

6 La provincia di Torino, Giovanna Lenti 75

7 La provincia di Novara, Chiara Ravarelli 97

8 La provincia di Biella, Emanuela Mantovani 125

9 Il comune di Asti, Cristina Cirio, Simone Bandini 151

Parte terza
Altre esperienze e valutazioni 181

10 La provincia di Lecce, Stefano Zampino 183

11 La provincia di Bologna, Davide Parmeggiani 197

12 Il comune di Udine, Stefania Pascut, Francesco Magro 213

Parte quarta
Le tecniche per la realizzazione e valutazione delle intersezioni a rotatoria 221

13 Criteri di scelta e progettazione, Giulio Maternini 223

14 Modellistica e valutazioni di impatto, Marco Dellasette 257

15 L'analisi costi-benefici applicata alle rotatorie, Dario Alberto 293

16 Norme, criteri e parametri per la progettazione, Salvatore Leonardi 307

Appendice 343

Traccia per la elaborazione della scheda descrittiva e valutativa delle intersezioni a rotatoria 344

PREMESSA

Negli anni '80 alcune amministrazioni locali, per ridurre il numero e, soprattutto, la gravità degli incidenti stradali, hanno cominciato a realizzare intersezioni con circolazione rotatoria a doppia deflessione e precedenza al traffico sulla corona giratoria, in sostanza: rotatorie di seconda generazione. Oggi le rotatorie di seconda generazione vengono realizzate in modo sempre più sistematico.

Un sondaggio, anche speditivo, delle molte rotatorie realizzate negli ultimi 25 anni rivela una grande eterogeneità degli interventi sia per quanto riguarda le situazioni infrastrutturali e di traffico in cui sono localizzati, sia per quanto riguarda la geometria (il numero di corsie nella corona giratoria varia da una a quattro, le isole divisionali sono disegnate con forme molto diverse, la collocazione degli attraversamenti perdonali e delle piste ciclabili non è affatto omogenea, i rapporti tra i raggi delle curve di immissione, giratoria e uscita sono fortemente diversificati), sia per quanto riguarda i dettagli costruttivi (l'inclinata dell'isola centrale, la presenza o meno di elementi monumentali rigidi sull'isola centrale, l'inclinazione trasversale della corona giratoria, le caratteristiche della eventuale fascia sormontabile, etc.), sia - infine – per quanto riguarda l'avvicinamento alla rotatoria (dalla segnaletica, all'eventuale presenza di curve nel tratto di accesso alla rotatoria, per consentire un più agevole raccordo tra la velocità in rettilineo e la velocità nella curva di immissione alla corona giratoria, alla gestione dei limiti di velocità, etc.).

Questa eterogeneità di *"interpretazioni"* delle intersezioni a rotatoria presenta due aspetti di particolare interesse.

a) La diversificazione non sembra collegata alle diverse condizioni infrastrutturali e di traffico quanto ad una *"interpretazione locale consolidata"*: abbiamo rilevato più omogeneità tra le rotatorie in diverse situazioni infrastrutturali e di traffico realizzate da una stessa amministrazioni che tra le rotatorie di diverse amministrazioni realizzate in condizioni infrastrutturali e di traffico analoghe.

b) Le soluzioni adottate non sempre appaiono coerenti con la normativa che è intervenuta nell'aprile del 2006 e spesso ignorano – del tutto legittimamente – la manualistica più accreditata di altri Paesi, disponibile fino dagli anni '90. Tutto ciò non significa che le soluzioni adottate *"in difformi-*

tà" siano necessariamente inefficaci ai fini della fluidità del traffico e della sicurezza stradale ma certamente indica una condizione di diffusa incertezza progettuale che, come sarà mostrato più avanti, ha determinato effetti complessivi decisamente non soddisfacenti.

In effetti, l'eterogeneità delle intersezioni a rotatoria realizzate e il fatto che in una medesima condizione infrastrutturale e di traffico gli utenti della strada potessero trovare intersezioni dissimili che richiedono comportamenti di guida diversi, determina negli utenti una condizione di scarsa chiarezza, di disagio e, in alcuni casi, di rischio.

Nell'aprile del 2006 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emana il DM19/04/2006 che comprende la regolamentazione della progettazione delle rotatorie. Il decreto interviene con notevole ritardo (a quella data le rotatorie realizzate in Italia sulla viabilità urbana ed extraurbana sono già diverse migliaia) e in modo parziale (si occupa solo di intersezioni a rotatoria comprese tra 14 e 50 metri di diametro, fornisce indicazioni piuttosto vaghe per le altre e anche per quelle oggetto di regolamentazione tralascia alcuni aspetti che, invece, vengono trattati con grande dettaglio nella manualistica e nelle regolamentazioni tecniche di altri Paesi.

La mancanza di un robusto corpo di indirizzi tecnici riguardanti la progettazione e, soprattutto, la valutazione delle condizioni infrastrutturali e di traffico nelle quali le intersezioni a rotatoria possono determinare sostanziali miglioramenti è, però, la condizione più limitante, quella che ha forzato i tecnici delle amministrazioni locali a trovare riferimenti nella letteratura tecnica di altri Paesi o nella esperienza di qualche collega. In alcuni casi le amministrazioni locali si sono dotate di una propria manualistica, solitamente ispirata a quella di altri Paesi. Tutto ciò ha favorito l'eterogeneità indicata sopra.

Se gli aspetti normativi e regolamentari sono ampiamente migliorabili, il livello di conoscenza del fenomeno è prossimo allo zero:

- manca una rilevazione delle rotatorie cosicché non sappiamo quante ne siano state realizzate, dove e come;
- manca una analisi sistematica del loro *"funzionamento"* rispetto alle varie componenti di traffico (ad esempio, sappiamo - ma solo per il sommarsi di molte esperienze individuali - che alcune soluzioni aumentano notevol-

mente il livello di rischio per i ciclisti ma manca una rilevazione sistematica del livello di incidentalità di questa componente modale nelle rotatorie);

– manca un esame del rapporto tra investimenti per realizzare e mantenere le intersezioni a rotatoria e i risultati in termini di sicurezza stradale, impatto ambientale, funzionalità del traffico e manca - conseguentemente – la possibilità di condurre analisi costi/benefici o costi/efficacia o, in termini più generali e concreti, manca la possibilità di valutare se i soldi pubblici siano stati ben investiti e quale sia il livello di *"efficacia sociale"* della spesa pubblica per le rotatorie.

L'opportunità di chiarire questi punti e di fornire ai tecnici delle amministrazioni locali criteri e strumenti operativamente utili per valutare se, quando, dove e come realizzare una nuova intersezione a rotatoria o riorganizzare un incrocio preesistente in una rotatoria ha spinto il ***Laboratorio per il Governo della Sicurezza Stradale, LAGS***, a realizzare il modulo formativo specialistico *"Le rotatorie di seconda generazione"* dedicato alla programmazione, progettazione e gestione delle intersezioni a rotatoria e a realizzare, subito dopo, un seminario di approfondimento e valutazione sul rapporto costi/efficacia degli interventi per realizzare intersezioni a rotatoria: *"Le valutazioni costi/efficacia come strumento di verifica e indirizzo degli investimenti in infrastrutture viarie. Caso di studio: le intersezioni a rotatoria e la sicurezza stradale"*. Entrambe le iniziative si collocano all'interno del secondo corso di addestramento al governo della sicurezza stradale, RoSaM2, promosso dalla **Regione Piemonte** per i quadri delle amministrazioni locali e realizzato dal LAGS.

I temi trattati nel seminario di valutazione e quelli sviluppati durante il modulo settoriale dedicato alla pianificazione, programmazione e realizzazione di intersezioni a rotatoria si sono rivelati alquanto interessanti, al punto che abbiamo ritenuto utile raccoglierli in un dossier che consentisse una consultazione agevole dei diversi temi trattati. Tale valutazione è stata condivisa dalla **Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale** che ha voluto dare il proprio patrocinio all'iniziativa e costituirsi partner di un'azione che, partendo dallo studio delle intersezioni a rotatoria, intende affrontare due temi di interesse ben più generale: l'efficacia della spesa pubblica (dai modi per calcolarla alle procedure che consentono alle valutazioni di efficacia di orientare le decisioni di investimento) e l'informazione ai cittadini e alle rappresentanze sociali ed economiche sui risultati conseguiti attraverso tale spesa.

Questo dossier nasce, dunque, dall'esperienza formativa promossa dalla Regione Piemonte nel 2008 e realizzata da RST, COREP e AIIT – dal 2008 riuniti nel LAGS, Laboratorio per il Governo della Sicurezza Stradale – e dalle riflessioni che sono state svolte durante il seminario conclusivo del secondo corso di addestramento al governo della sicurezza stradale sulle valutazioni costi/efficacia applicate alle intersezioni a rotatoria che si è tenuto a Torino il 22 febbraio 2010.

Il dossier si pone tre obiettivi:

I. fare il punto sullo **stato delle intersezioni a rotatorie** in quattro amministrazioni locali del Piemonte (le province di Biella, Novara e Torino e il comune di Asti) con confronti con altre situazioni locali (province di Bologna e Lecce e comune di Udine);

II. avviare la realizzazione di un **archivio** delle rotatorie di seconda generazione e dei risultati da queste determinati in termini di sicurezza stradale, traffico, impatto ambientale;

III. proporre una elementare **analisi costi/efficacia** sugli investimenti pubblici nel settore delle infrastrutture stradali, prendendo l'avvio da un campo ben circoscritto che è quello delle intersezioni a rotatoria.

L'**archivio** sulle intersezioni a rotatoria sarà costruito e gestito dal LAGS e sarà formato da schede descrittive analoghe a quelle realizzate per la illustrazione dei casi di studio dalle Amministrazioni che hanno partecipato ala realizzazione del dossier. In appendice si riporta la traccia per la realizzazione delle schede per l'analisi costi efficacia delle sulle intersezioni a rotatoria.

Infine, presso la Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale sarà costituito il **tavolo permanente di raccolta, confronto e valutazione** di interventi per la realizzazione di intersezioni a rotatoria, finalizzato a fornire ai tecnici e decisori riferimenti, indicazioni, criteri di valutazione ed esempi utili per migliorare l'efficacia della spesa pubblica in questo settore. L'auspicio è che il tavolo permanente possa promuovere la realizzazione di **progetti pilota** e cioè di interventi (parliamo sempre di rotatorie) che:

a) rispondano ai i criteri di **efficacia** trattati nel dossier;

b) comprendano una accurata **valutazione** dello stato di fatto e l'adozione di criteri programmatori e progettuali e di scale di priorità ben definiti;

c) adottino in via sistematica misure di **comunicazione ai cittadini** (Paesi che da decenni utilizzano sistematicamente le intersezioni a rotatoria considerano essenziale informare i cittadini sul modo corretto di attraversare una rotatoria, nel nostro Paese l'azione formativa sulle rotatorie ha un carattere del tutto episodico);

d) siano accuratamente e dettagliatamente documentati e tale documentazione sia raccolta in un **archivio agevolmente accessibile e consultabile**.

In questa direzione l'archivio di cui sopra potrebbe diventare un repertorio di interventi di elevata efficacia ai quali riferirsi (con le necessarie attenzioni e con la consapevolezza che una soluzione soddisfacente in un determinato contesto potrebbe esserlo molto meno in un contesto diverso).

Parte prima
RIFERIMENTI GENERALI

ASPETTI GENERALI

Maurizio Coppo

Direttore della RST srl
Responsabile della Segreteria Tecnica
della Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale
Direttore tecnico del LAGS

ASPETTI GENERALI

A) Riferimenti storici

B) Gli incidenti stradali sulle rotatorie

C) Sedici casi di studio

D) La gestione delle rotatorie

E) L'analisi costi/efficacia

A RIFERIMENTI STORICI

A1 LA PRIMA DEFINIZIONE DELLE ROTATORIE A DOPPIA DEFLESSIONE

La prima trattazione sistematica sulle caratteristiche e sui vantaggi delle intersezioni a rotatoria viene sviluppata in Francia, nel primo decennio dl '900, da Eugène Hénard, all'interno di una riflessione sulla città moderna, sul traffico, sul rapporto tra i diversi tipi di spostamento nelle grandi aree urbane, sul nuovo fenomeno dell'automobilismo (la meccanizzazione del trasporto su strada) e sulla qualificazione degli spazi urbani.

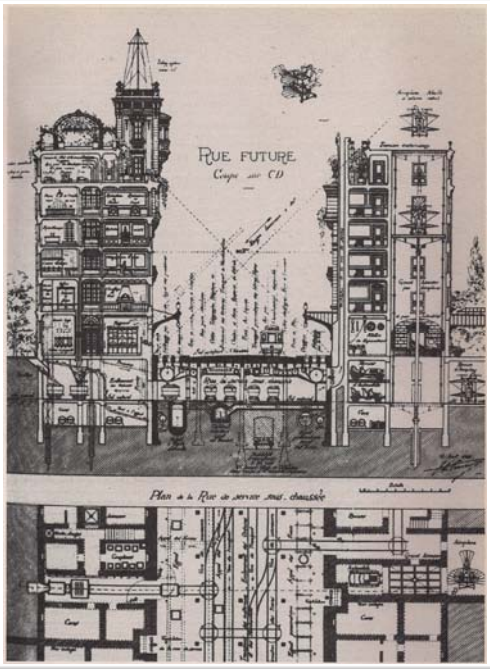
Le rotatorie nascono come struttura stradale urbana che riesce contemporaneamente :

- a ridurre i punti di conflitto nelle intersezioni e, quindi, a rendere il traffico più fluido (E. Henard caratterizza il suo "*carrefour a giration*" come un sistema a *"mouvement continu des voitures"*) e più sicuro;
- a migliorare il decoro urbano fino a qualificare in senso monumentale le piazze e gli incroci tra grandi assi stradali urbani.

A2 EUGÈNE HÉNARD

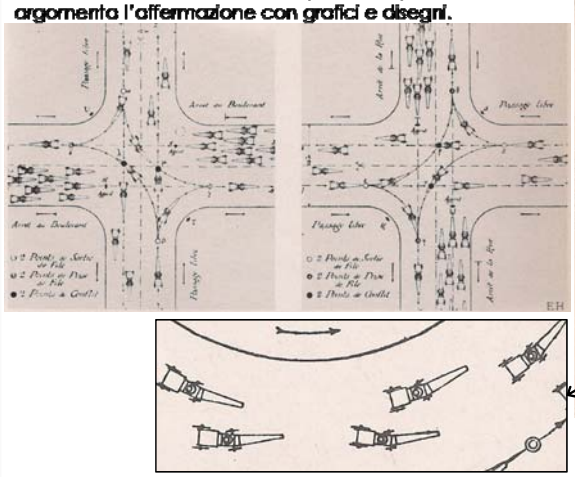
Eugène Hénard (1849 – 1923)

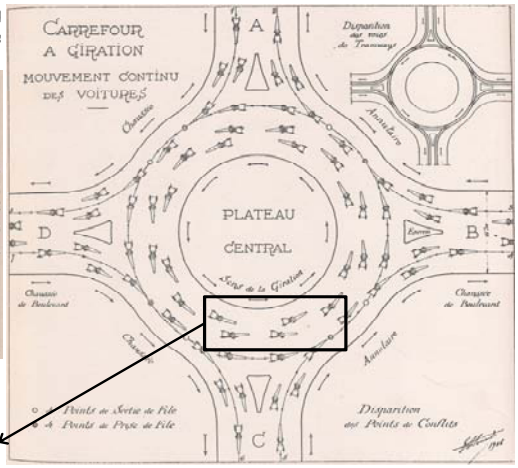
- Si laurea alla Ecole de Beaux Arts nel 1880
- Nel 1905 effettua uno studio sulla circolazione nelle città moderne e analizza il fenomeno nascente dello *"automobilismo"*, esamina le diverse componenti della mobilità, arrivando ad individuare sei categorie di circolazione, immagina un modello di mobilità organizzati su un sistema articolato di vettori che utilizzano sistemi infrastrutturali diversi (vedi figura);
- Nel 1906 pubblica uno studio sul rapporto tra vetture e pedoni e un'analisi che confronta vantaggi e svantaggi di incroci e rotatorie;
- Nel 1909 propone di ristrutturare Place de l'Operà, per farne una grande rotatoria monumentale;
- Nel 1910 viene nominato Presidente della Commissione per le Prospettive Monumentali di Parigi.



A3 LO STUDIO SULLE ROTATORIE DEL 1906

E. Hénard sostiene che l'organizzazione a rotatoria di una intersezione determina la scomparsa dei punti di conflitto e argomenta l'affermazione con grafici e disegni.





NELLA PARIGI DI INIZIO '900 IL TRAFFICO ERA COSTITUITO PRINCIPALMENTE DA **VETTURE A TRAZIONE ANIMALE,** L'AUTOMOBILISMO ERA UN FENOMENO NASCENTE OGGETTO DEI PRIMI STUDI.

A4 NEL PRIMO DECENNIO DEL '900 LE AUTOMOBILI SONO POCHE A ROMA ...

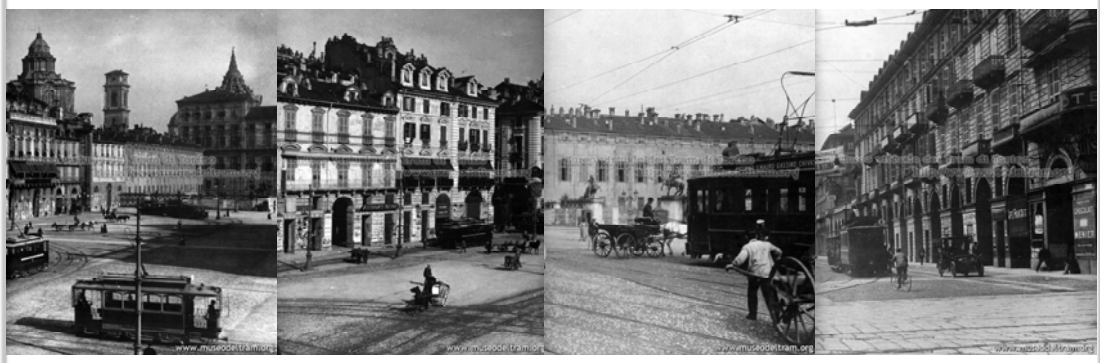
VIA NAZIONALE

VIA CONDOTTI

PIAZZA VENEZIA

STAZIONE TERMINI

A5 ... E A TORINO.

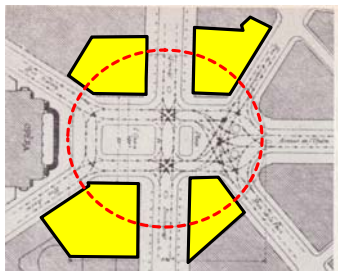


Nel primo decennio del XX secolo la "motorizzazione" del trasporto su strada riguarda prevalentemente il trasporto pubblico (con i *tramways*) e una parte ridotta del trasporto merci di lunga percorrenza. Nelle città gli spostamenti di merci e persone avvengono su veicoli a traino animale, su carri spinti dall'uomo, in bicicletta, a piedi. L'automobile resta appannaggio di nobili, artisti di successo, grandi imprenditori.

A6 IL PROGETTO PER PLACE DE L'OPERÀ

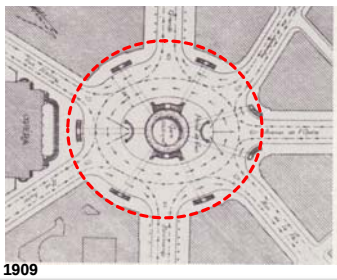
Nel 1909 E.Hénard progetta il rifacimento di Place de l'Operà per eliminare i molti punti di conflitto che rallentano il traffico e provocano incidenti ed esaltare le valenze monumentali della piazza.

Il costo dell'intervento, secondo una dettagliata stima dello stesso Hénard, sarebbe stato di 35 milioni di franchi, compresi gli espropri, la demolizione di parte di quattro edifici prospettanti sulla piazza e il loro rifacimento, la realizzazione di due colonne monumentali (4 milioni di franchi). Questo onere, afferma Hénard nella relazione al Consiglio municipale, *"... equivale al prezzo di una corazzata di nuovo tipo, che è già superata dopo dieci anni"*.



1909

2009



1909

1909

A7 IL "CARREFOUR A GIRATION" DI HÉNARD E LE ROTATORIE A DOPPIA DEFLESSIONE

Cosa è cambiato tra il *"carrefour a giration"* di E. Hénard del 1906 e le rotatorie a doppia deflessione realizzate nella maggior parte dei Paesi sviluppati a partire dagli anni '90?

Per alcuni aspetti, tutto: i vettori non sono più veicoli a trazione animale, tramway e pedoni ma automobili, motocicli, autobus; le caratteristiche e i volumi del traffico non sono paragonabili; il numero delle vittime degli incidenti stradali passa da decine a migliaia di unità; l'*"automobilismo"* è arrivato a condizionare fortemente il disegno delle nostre città e del nostro territorio e ha un forte impatto sull'ambiente in cui viviamo, etc.

Per altri aspetti *"carrefour a giration"* di Hénard appare straordinariamente simile alle nostre rotatorie a doppia deflessione (a quelle ben progettate) per le caratteristiche geometriche ma, soprattutto, per gli obiettivi:

- riduzione dei punti di conflitto delle intersezioni;
- aumento della fluidità del traffico;
- riduzione degli incidenti stradali;
- qualificazione dell'ambiente urbano.

Queste analogie non devono però farci dimenticare una differenza di fondo: oggi le intersezioni a rotatoria rispondono principalmente a esigenze di messa in sicurezza del traffico urbano ed extraurbano mentre le valenze di qualificazione spaziale, la capacità di creare spazi urbani monumentali che caratterizzava i progetti di rotatoria francesi (e non solo francesi) dei primi anni del '900 passano in secondo piano o scompaiono del tutto.

B GLI INCIDENTI STRADALI SULLE ROTATORIE

B 1 LE CERTEZZE DELLA FINE DEGLI ANNI '90

Alla fine degli anni '90 era abbastanza diffusa una valutazione piuttosto ottimistica sul livello di sicurezza delle intersezioni a rotatoria: secondo molti tecnici le condizioni infrastrutturali e di circolazione delle rotatorie erano tali da rendere virtualmente impossibili incidenti con morti o feriti gravi. Questa valutazione sembrava confortata dal fatto che in gran parte degli incroci riorganizzati in intersezioni a rotatoria non solo gli incidenti stradali diminuivano radicalmente ma non si registravano più incidenti con morti o feriti gravi, a meno di casi sporadici.

I convincimenti di quel periodo rappresentano fedelmente la realtà o peccano di ottimismo?

In questo paragrafo cercheremo di descrivere l'incidentalità stradale delle rotatorie e di trarre qualche spunto di riflessione dai (pochi) dati disponibili.

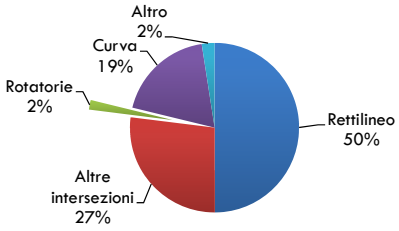
LABORATORIO PER L'ADDESTRAMENTO AL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

B 2 LE VITTIME DI INCIDENTI IN ROTATORIA

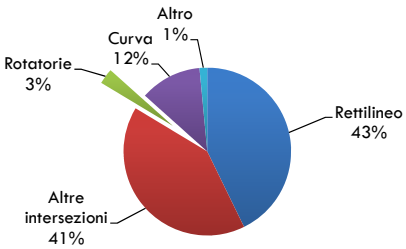
Nel 2008 gli incidenti localizzati nelle rotatorie hanno determinato:

- 87 morti (l'1,8% del totale nazionale e il 6,4% dei morti per incidenti su tutte le intersezioni);
- 10.320 feriti (il 3,3% del totale nazionale e il 6,9% dei feriti su tutte le intersezioni);
- un costo sociale pari a 881 milioni di Euro (il 3,0% del totale nazionale e il 6,8% del costo sociale generato dagli incidenti stradali su tutte le intersezioni).

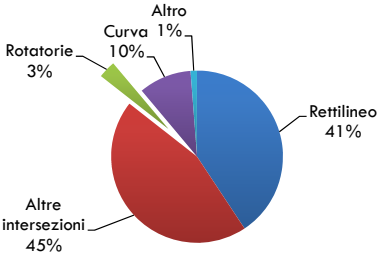
MORTI NEL COMPLESSO. 2008



COSTO SOCIALE NEL COMPLESSO. 2008



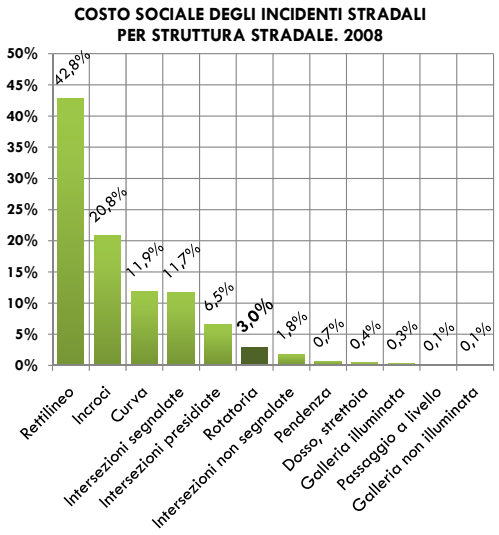
FERITI NEL COMPLESSO. 2008



B 3 IL COSTO SOCIALE DEGLI INCIDENTI STRADALI PER STRUTTURA STRADALE

Più in dettaglio, nel 2008 le vittime degli incidenti stradali (complessivamente misurate in termini di costo sociale e cioè di costi diretti generati dalla distruzione di beni, dagli oneri previdenziali e assistenziali, dalla perdita di reddito e di produttività, dai costi giudiziari e di polizia stradale, etc. sostenuti dallo Stato, dalle imprese e dalle famiglie) si ripartiscono come segue:

- intersezioni: 43,9%
  - di cui, **rotatorie** **3,0%**
  - di cui, intersezioni presidiate: 6,5%
  - di cui, intersezioni segnalate: 11,7%
  - di cui, altre intersezioni: 22,6%
- rettilinei: 42,8%
- curve: 11,9%
- altro: 1,6%



B 4 IL *"SENSO"* DELLE VITTIME IN ROTATORIA

I dati dell'Istat indicano dunque che le vittime degli incidenti stradali localizzati in intersezioni a rotatoria costituiscono quantità piuttosto ridotte (ancorché quando si tratta di morti e feriti non esistano quantità trascurabili poiché, come recita uno slogan adottato dal governo olandese: *"anche una vittima è troppo"*) ma ciò che dovremmo valutare non sono le dimensioni delle vittime in assoluto ma le dimensioni delle vittime in relazione al numero delle rotatorie e/o al volume di traffico sulle stesse.

Se, infatti, il traffico che transita sulle rotatorie fosse il 3% di quello che transita su tutte le intersezioni, i dati sarebbe assolutamente preoccupanti poiché – essendo le vittime complessive degli incidenti in rotatoria il 6,8% di quelle su tutti le altre intersezioni – indicherebbero una frequenza di vittime più che doppia rispetto alla media nazionale. Qualora, invece, il traffico sulle rotatorie costituisse oltre il 20% del traffico sulle intersezioni, le rotatorie avrebbero un tasso di vittime pari a circa il 30% di quello rilevato nelle altre intersezioni, in linea con quanto indicato dalla letteratura tecnica più accreditata che attribuisce alle rotatorie una capacità di riduzione delle vittime dell'ordine del 70%.

Poiché allo stato attuale manca una rilevazione sistematica del numero delle intersezioni a rotatoria nel nostro Paese e, a maggior ragione, della quota di traffico che assorbono rispetto a tutte le altre intersezioni, non è possibile valutare in modo diretto quanto siano stati efficaci, in termini di sicurezza stradale, gli interventi di riorganizzazione a rotatoria delle intersezioni. Tuttavia, come vedremo tra breve, i pochi dati disponibili e il confronto tra le statistiche generali rese disponibili dall'Istat e le informazioni prove-nienti dai casi di studio documentati dalla letteratura tecnica e dalle amministrazioni locali che hanno partecipato alla elaborazione di questo dossier, ci consentono un primo bilancio dell'efficacia delle rotatorie nel nostro Paese.

B 5 INCIDENTI STRADALI, VITTIME E COSTO SOCIALE NEL COMPLESSO E NELLE AREE URBANE

NEL COMPLESSO. 2008	Incidenti	Morti	Feriti	Costo sociale
Rettilineo	91.148	2.362	126.452	12.600
Intersezioni (*)	96.144	1.279	139.356	12.040
Rotatorie	**7.854**	**87**	**10.320**	**881**
Curva	21.186	888	30.798	3.505
Altro	2.631	115	3.813	441
Totale	218.963	4.731	310.739	29.467
Rettilineo	41,6%	49,9%	40,7%	42,8%
Intersezioni (*)	43,9%	27,0%	44,8%	40,9%
Rotatorie	**3,6%**	**1,8%**	**3,3%**	**3,0%**
Curva	9,7%	18,8%	9,9%	11,9%
Altro	1,2%	2,4%	1,2%	1,5%
Totale	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

(*) Escluse le rotatorie

IN AREA URBANA. 2008	Incidenti	Morti	Feriti	Costo sociale
Rettilineo	67.331	1.023	88.232	7.920
Intersezioni (*)	82.592	708	115.856	9.514
Rotatorie	**6.495**	**50**	**8.288**	**680**
Curva	9.941	241	13.628	1.339
Altro	1.729	54	2.321	246
Totale	168.088	2.076	228.325	19.699
Rettilineo	40,1%	49,3%	38,6%	40,2%
Intersezioni (*)	49,1%	34,1%	50,7%	48,3%
Rotatorie	**3,9%**	**2,4%**	**3,6%**	**3,5%**
Curva	5,9%	11,6%	6,0%	6,8%
Altro	1,0%	2,6%	1,0%	1,2%
Totale	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

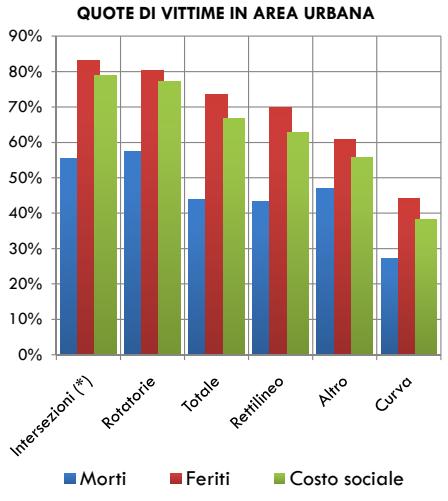
(*) Escluse le rotatorie

B 6 INCIDENTI, VITTIME E COSTO SOCIALE. QUOTA URBANA SUL TOTALE

L'incidentalità stradale sulle rotatorie ha una netta caratterizzazione urbana. Rispetto alle vittime complessivamente determinate da incidenti localizzati sulle rotatorie , gli incidenti localizzati su rotatorie in area urbana determinano:

- il 57% dei morti;
- l'80% dei feriti ;
- il 77% del costo sociale.

Occorre tuttavia notare che quote analoghe di localizzazione urbana sono riscontrabili nelle vittime di incidenti nelle altre intersezioni mentre hanno una caratteristica meno *"urbana"* gli incidenti in curva,su tratte stradali a forte pendenza, in galleria, etc.



B 7 DUE ASPETTI CRITICI DELL'INCIDENTALITÀ NELLE ROTATORIE: L'EVOLUZIONE E L'INDICE DI GRAVITÀ

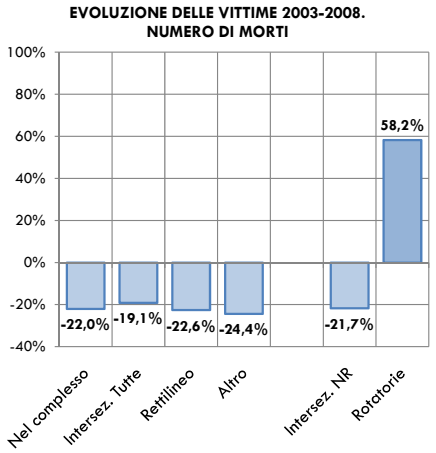
A prescindere dalle quantità assolute delle vittime, esistono due aspetti dell'incidentalità sulle rotatorie che possono suscitare sostanziali preoccupazioni:

- l'**evoluzione delle vittime**, che resta molto al di sotto dell'evoluzione media nazionale o dell'evoluzione delle vittime di incidenti localizzati sulle intersezioni;
- Il **livello di gravità degli incidenti** (misurato dal numero di morti per 1.000 vittime nel complesso), che appare molto più elevato di quanto ci si possa attendere in una struttura stradale concepita per ridurre il numero degli incidenti e, soprattutto,la loro gravità.

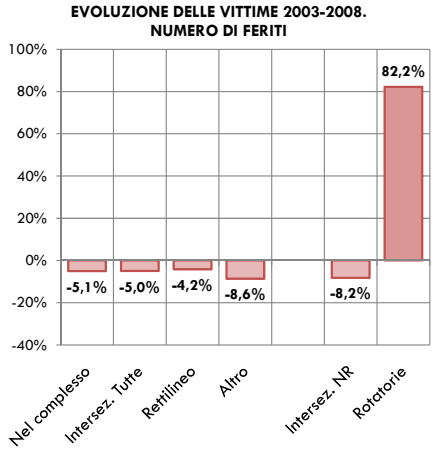
B 8 EVOLUZIONE DELLE VITTIME E DEL COSTO SOCIALE SULLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

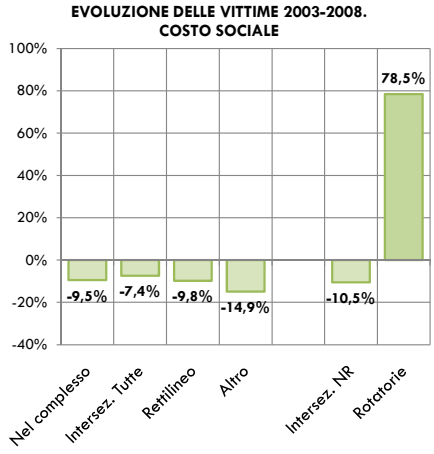
Nei sei anni compresi tra il 2003 e il 2008 gli incidenti stradali su rotatoria registrano:

- un **aumento di morti** (+32; pari a +58,2%) in netta controtendenza rispetto alla evoluzione complessiva nazionale (-22,0%) e delle altre intersezioni (-21,7%);
- una **crescita di feriti** (+4.657; pari a +82,2%) in ancor più marcata controtendenza sia rispetto al dato nazionale (-5,1%), sia rispetto all'evoluzione media delle altre intersezioni (-8,2%);
- una **crescita del costo sociale** (+387 milioni di euro; pari a +78,5%) anch'essa in netta divaricazione rispetto al dato nazionale (-9,5%) e a quello medio della altre intersezioni (-10,5%).



B 9 EVOLUZIONE DELLE VITTIME E DEL COSTO SOCIALE SULLE INTERSEZIONI A ROTATORIA





B 10 UNA POSSIBILE INTERPRETAZIONE DELLA EVOLUZIONE DIVERGENTE DELLE ROTATORIE

L'evoluzione divergente delle vittime di incidenti stradali in rotatoria è certamente da mettere in relazione - anche - col progressivo aumento del numero delle rotatorie o, più precisamente, con la progressiva riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni esistenti. Alcune Province e alcuni Comuni di grandi e medie dimensioni realizzano più di dieci rotatorie ogni anno, altre amministrazioni locali si attestano su quantità molto più esigue (una o due rotatorie) ma vi sono anche territori dove questo tipo di intervento non viene praticato.

In ogni caso, la riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni preesistenti da un lato *"sottrae"* traffico e incidenti alle intersezioni tradizionali e dall'altro aggiunge traffico e incidenti al sistema delle rotatorie. Il vantaggio di sicurezza della riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni esistenti è che ogni 100 vittime *"perse"* per l'eliminazione delle intersezioni preesistenti, sulle rotatorie che le sostituiscono si dovrebbero registrare non più di 30 vittime e, in caso di interventi di elevata efficacia, le vittime dovrebbero essere ancora minori e il numero di morti e feriti gravi azzerarsi del tutto, con un saldo attivo (diminuzione di vittime) non inferiore a 70 unità ogni 100.

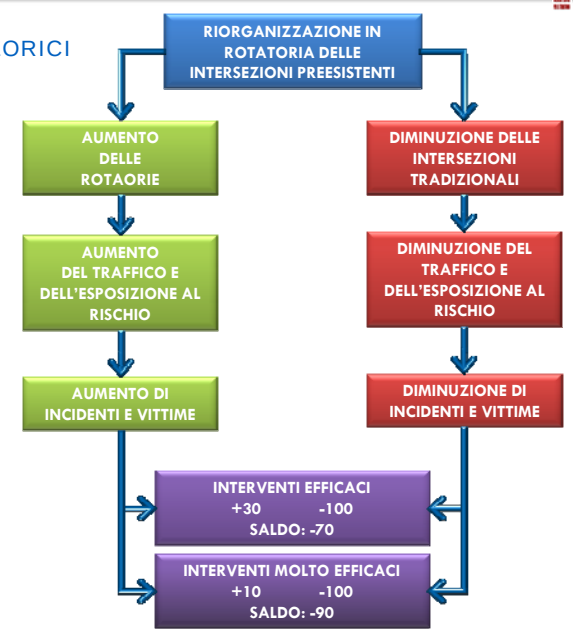
Si rammenta infatti che la letteratura tecnica di settore, basandosi su rilevazioni specifiche, indica che la riorganizzazione degli incroci in intersezioni a rotatoria determina una radicale diminuzione del numero degli incidenti (che solitamente si riducono a meno della metà di quelli rilevati prima dell'intervento) e un sostanziale azzeramento degli incidenti con morti e feriti che determina il crollo del livello di gravità degli incidenti localizzati in questa struttura stradale.

Ciò implica che in condizioni *"ordinarie"*, sebbene le vittime di incidenti in rotatoria siano tendenzialmente in crescita, quelle delle altre intersezioni dovrebbero registrare riduzioni molto consistenti dovute alla progressiva riduzione del loro numero e del relativo traffico e il saldo delle due variazioni (vittime sulle rotatorie e vittime su tutte le altre intersezioni) dovrebbe essere anche questo in più forte riduzione a causa del contenimento delle vittime generato dalle rotatorie.

B 11 DINAMICA E BILANCIAMENTO TEORICI

In sostanza, a parità di altre condizioni, la riorganizzazione a rotatoria delle intersezioni esistenti dovrebbe determinare una **riduzione aggiuntiva compresa tra il -70% e il -90% delle vittime preesistenti.**

Tale dinamica non sembra confermata dai dati, come mostra la tabella riportata di seguito.



B 12 IL SALDO EFFETTIVO DELL'EVOLUZIONE DIVERGENTE

VARIAZIONI 2003-2008				
	ROTATORIE	ALTRE INTERSEZIONI	TUTTE LE INTERSEZIONI	NEL COMPLESSO
MORTI	32	-355	-323	-1.334
FERITI	+4.657	-12.491	-7.834	-16.585
COSTO SOCIALE	+387	-1.414	-1.027	-3.081
MORTI	+58,2%	-21,7%	-19,1%	-22,0%
FERITI	+82,2%	-8,2%	-5,0%	-5,1%
COSTO SOCIALE	+78,5%	-10,5%	-7,4%	-9,5%

I dati mostrano che la riduzione delle vittime degli incidenti localizzati nelle *"altre intersezioni"* è solo leggermente più ampia di quella generale e che il saldo tra la crescita delle vittime generate da incidenti in rotatoria e la diminuzione delle vittime generate da incidenti localizzati nelle altre intersezioni determina un **risultato complessivamente meno soddisfacente dell'evoluzione media generale**. Particolarmente preoccupante è il dato relativo all'evoluzione del numero di morti che registra un -22% in generale e solo un -19,1% nelle intersezioni, nonostante la diffusa riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni esistenti.

B 13 EVOLUZIONE DELLE VITTIME ED EVOLUZIONE DELLE ROTATORIE

In effetti, i casi di studio illustrati nelle sezioni 2, *"Casi di studio"* e 3, *"Altre esperienze e valutazioni"* del presente dossier indicano che gli interventi di riorganizzazione di un'intersezione a rotatoria comportano mediamente una riduzione del costo sociale da incidenti stradali del 73% (da 629.000 Euro/anno a 168.000 Euro/anno).

Questi dati consentono qualche ulteriore considera-zione sulle implicazioni della crescita dell'incidentalità nelle rotatorie italiane.

1) Se l'evoluzione dell'incidentalità delle intersezioni a rotatoria nel periodo 2003-2008 avesse seguito quella media nazionale (-9,5%), si sarebbe registrata una diminuzione del costo sociale di -47 milioni di Euro. Poiché, invece, si è registrato un aumento di 387 milioni di Euro, l'evoluzione del costo sociale generato da incidenti stradali localizzati sulle rotatorie fa segnare un aumento relativo (rispetto al valore atteso a parità di tutte le altre condizioni e sotto l'ipotesi molto semplificativa di una evoluzione dei fattori di rischio specifici delle rotatorie analoga a quella dei fattori di rischio generali) di **434 milioni di Euro**.
2) Tale aumento potrebbe derivare dall'aumento del numero delle intersezioni a rotatoria e dal connesso incremento del traffico su questo tipo di struttura stradale e, quindi, dal conseguente aumento della esposizione al rischio. Ove così fosse, sapendo che il costo sociale generato da incidenti stradali su rotatorie mediamente è pari a 168.000 Euro/anno, la crescita complessiva del costo sociale generato da incidenti sulle rotatorie **risulterebbe compatibile solo con un aumento del numero delle rotatorie dell'ordine di 2.588 unità** (sempre adottando le ipotesi radical-mente semplificative illustrate sopra).
3) L'aumento sopra indicato comporta una analoga riduzione di intersezioni tradizionali poiché in ampia maggioranza le rotatorie sono il risultato di interventi di riorganizzazione di intersezioni esistenti. Qualora ciò fosse vero per la totalità dei casi, sapendo che il costo sociale medio annuo degli incidenti stradali localizzati in una intersezione prima dell'intervento di riorganizzazione a rotatoria è pari a 629.999 Euro/anno, si può ipotizzare che la sola riduzione delle intersezioni tradizionali (e del relativo traffico) dovrebbe comportare una **diminuzione del costo sociale generato su queste intersezioni dell'ordine di -1.628 milioni di Euro/anno**.

B 14 EVOLUZIONE DELLE VITTIME ED EVOLUZIONE DELLE ROTATORIE

4) Se al fattore costituito dalla riduzione quantitativa delle intersezioni e del traffico aggiungiamo il fattore relativo al miglioramento generale della sicurezza stradale che investe tutto il sistema infrastrutturale – comprese le "altre intersezioni" – otteniamo una **riduzione attesa di costo sociale** generato da incidenti localizzati sulle intersezioni tradizionali dell'ordine di **-2.906 milioni di Euro/anno, molto più ampia (+106%) di quella rilevata dall'Istat, che risulta pari a -1.414 milioni di Euro**.

Ovviamente la mancanza di una base dati sufficientemente ampia da essere rappresentativa con certezza della realtà nazionale impone un uso estremamente cauto dei dati sopra esposti che possono solo costituire un indicatore della possibile presenza di fattori critici. Si tenga tuttavia presente che la letteratura tecnica di settore, basandosi su rilevazioni specifiche, indica che la riorganizzazione degli incroci in intersezioni a rotatoria determina una radicale diminuzione del numero degli incidenti che solitamente si riducono in misura compresa tra il 50% e il 75% con diffusi casi di sostanziale azzeramento (riduzione superiore al 90%). Il fatto che i dati resi disponibili dalla rilevazione Istat risultino **incompatibili** (a meno di condizioni del tutto eccezionali) con il quadro delineato dai casi di studio e dalla letteratura tecnica di settore, indica come sia possibile:

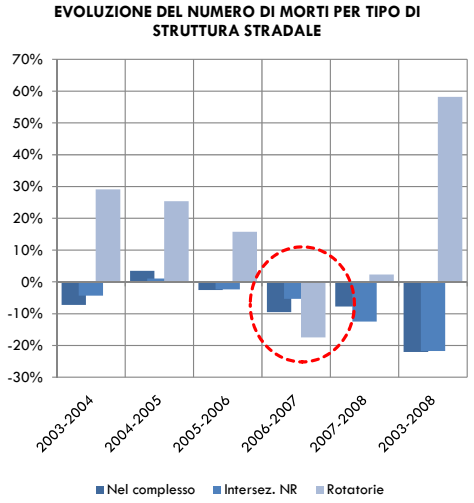
- che le nostre rotatorie siano caratterizzate da un **livello di efficacia nettamente più basso di quello documentato dai casi di studio** elaborati per questo dossier e presentati dalla letteratura tecnica italiana e di altri Paesi;
- oppure che i **costi sostenuti per la loro realizzazione siano molto più elevati di quelli documentati nei casi di studio** e il numero di interventi di riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni sia molto basso (meno di 160 ogni anno in tutto il Paese, condizione che ci sembra altamente improbabile);
- o, ancora, che in questi anni abbiano agito **altri fattori specifici che determinano esclusivamente un deterioramento della sicurezza del sistema delle intersezioni** (ma non sapremmo indicare quali).

B 15 EVOLUZIONE DELLE VITTIME ED EVOLUZIONE DELLE ROTATORIE

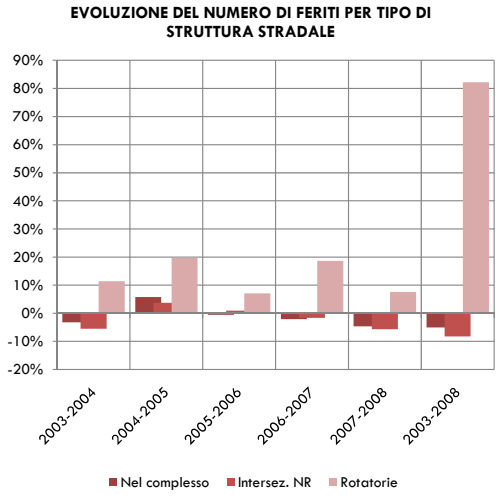
Notiamo inoltre che le ipotesi che stiamo assumendo sono alquanto prudenziali.

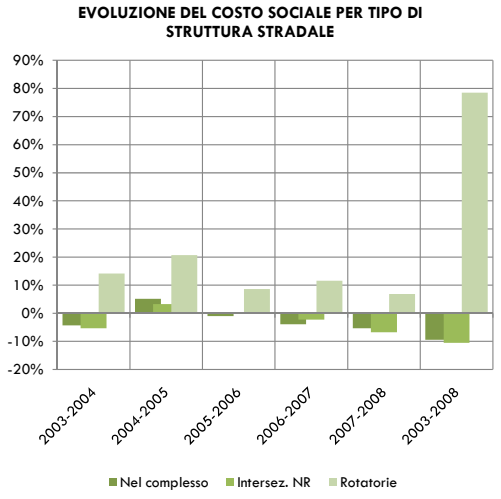
In effetti il processo di miglioramento generale della sicurezza dovuto a fattori di ordine generale che agiscono in tutte le situazioni infrastrutturali (miglioramento dei comportamenti di guida, rafforzamento dei controlli, miglioramento della manutenzione stradale a fini di sicurezza, maggiore attenzione alla disciplina del traffico e alla segnaletica, etc.) è stato in grado, almeno in un anno (il 2007), di determinare una riduzione delle vittime in rotatoria nonostante non vi sia alcun elemento per ritenere che in quell'anno non si sia realizzata alcuna nuova rotatoria (e tanto meno che se ne siano distrutte di esistenti).

In altri termini, la variazione di esposizione al rischio generata dalla riorganizzazione di intersezioni in rotatoria e dalla conseguente redistribuzione del traffico tra le diverse situazioni infrastrutturali, è uno dei fattori che spiegano l'evoluzione delle vittime, nel caso delle rotatorie, probabilmente, è anche il fattore più rilevante, ma ne esistono sicuramente altri che consentono di ridurre le vittime in rotatoria anche mentre aumenta il numero delle rotatorie, il traffico correlato e la relativa esposizione al rischio.



B 16 EVOLUZIONE DELLE VITTIME ED EVOLUZIONE DELLE ROTATORIE





B 17 EVOLUZIONE DELLE VITTIME ED EVOLUZIONE DELLE ROTATORIE

In definitiva, la crescita di morti e feriti per incidenti stradali in rotatoria può essere generata dalla riorganizzazione di intersezioni "tradizionali" in intersezioni a rotatoria cosicché si verifica uno spostamento dei flussi di traffico dalla prime alle seconde e una conseguente forte riduzione di incidenti e vittime per incidenti in intersezioni "tradizionali" dovuta al minor traffico e alla conseguente minore esposizione al rischio su questo tipo di struttura stradale.

In questo caso tuttavia sulle intersezioni tradizionali dovremmo rilevare una riduzione di vittime di dimensioni compatibili con valori dati dalla combinazione dell'andamento generale della incidentalità stradale nazionale con la riduzione dell'esposizione al rischio (specifica per questo tipo di struttura stradale).

I dati del 2008 (così come quelli degli anni precedenti) non appaiono compatibili con questa ipotesi e **poiché non tutta la crescita delle vittime è spiegabile con certezza dalla riduzione delle intersezioni ad incrocio e dal trasferimento di quote di traffico da queste intersezioni alle intersezioni a rotatoria, dobbiamo considerare la possibilità che le rotatorie realizzate nel nostro Paese siano un mix di rotatorie ad alta efficacia e rotatorie ad efficacia minima o nulla, senza peraltro escludere la possibilità di rotatorie ad efficacia "negativa" (e cioè tali da aumentare i livelli di rischio preesistenti)**.

Ciò non toglie che altri fattori possano aver concorso nel determinare i risultati finali rilevati dall'Istat. Allo stato attuale mancano le conoscenze per poter esprimere una valutazione più certa ma l'analisi dei casi di studio che presentiamo nel prossimo capitolo può orientare la valutazione finale.

B 18 EVOLUZIONE DELLE VITTIME. MORTI

INCIDENTI STRADALI. MORTI PER TIPO DI STRUTTURA STRADALE

	NEL COMPLESSO	INTERSEZIONI NON ROTAT.	ROTATORIE	TUTTE LE INTERSEZIONI	RETTILINEO	ALTRO
VALORI ANNUALI						
2003	6.065	1.634	55	1.689	3.050	1.326
2004	5.625	1.563	71	1.634	2.773	1.218
2005	5.818	1.580	89	1.669	2.902	1.247
2.006	5.669	1.543	103	1.646	2.767	1.256
2.007	5.131	1.461	85	1.546	2.463	1.122
2.008	4.731	1.279	87	1.366	2.362	1.003
VARIAZIONI ANNUALI						
2003-2004	-440	-71	16	-55	-277	-108
2004-2005	193	17	18	35	129	29
2005-2006	-149	-37	14	-23	-135	9
2006-2007	-538	-82	-18	-100	-304	-134
2007-2008	-400	-182	2	-180	-101	-119
2003-2008	**-1.334**	**-355**	**32**	**-323**	**-688**	**-323**
VARIAZIONI %						
2003-2004	-7,3%	-4,3%	29,1%	-3,3%	-9,1%	-8,1%
2004-2005	3,4%	1,1%	25,4%	2,1%	4,7%	2,4%
2005-2006	-2,6%	-2,3%	15,7%	-1,4%	-4,7%	0,7%
2006-2007	-9,5%	-5,3%	-17,5%	-6,1%	-11,0%	-10,7%
2007-2008	-7,8%	-12,5%	2,4%	-11,6%	-4,1%	-10,6%
2003-2008	**-22,0%**	**-21,7%**	**58,2%**	**-19,1%**	**-22,6%**	**-24,4%**

B 19

EVOLUZIONE DELLE VITTIME. FERITI

INCIDENTI STRADALI. FERITI PER TIPO DI STRUTTURA STRADALE

	NEL COMPLESSO	INTERSEZIONI NON ROTAT.	ROTATORIE	TUTTE LE INTERSEZIONI	RETTILINEO	ALTRO
VALORI ANNUALI						
2003	327.324	151.847	5.663	157.510	131.945	37.869
2004	316.630	143.425	6.309	149.734	129.451	37.445
2005	334.858	148.739	7.552	156.291	138.739	39.828
2.006	332.955	150.139	8.087	158.226	136.967	37.762
2.007	325.850	147.709	9.594	157.303	133.177	35.370
2.008	310.739	139.356	10.320	149.676	126.452	34.611
VARIAZIONI ANNUALI						
2003-2004	-10.694	-8.422	646	-7.776	-2.494	-424
2004-2005	18.228	5.314	1.243	6.557	9.288	2.383
2005-2006	-1.903	1.400	535	1.935	-1.772	-2.066
2006-2007	-7.105	-2.430	1.507	-923	-3.790	-2.392
2007-2008	-15.111	-8.353	726	-7.627	-6.725	-759
2003-2008	-16.585	-12.491	4.657	-7.834	-5.493	-3.258
VARIAZIONI %						
2003-2004	-3,3%	-5,5%	11,4%	-4,9%	-1,9%	-1,1%
2004-2005	5,8%	3,7%	19,7%	4,4%	7,2%	6,4%
2005-2006	-0,6%	0,9%	7,1%	1,2%	-1,3%	-5,2%
2006-2007	-2,1%	-1,6%	18,6%	-0,6%	-2,8%	-6,3%
2007-2008	-4,6%	-5,7%	7,6%	-4,8%	-5,0%	-2,1%
2003-2008	-5,1%	-8,2%	82,2%	-5,0%	-4,2%	-8,6%

B 20

EVOLUZIONE DEL COSTO SOCIALE

INCIDENTI STRADALI. COSTO SOCIALE PER TIPO DI STRUTTURA STRADALE

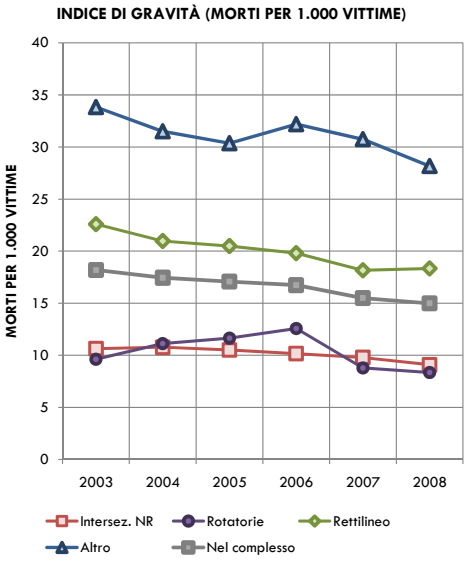
	NEL COMPLESSO	INTERSEZIONI NON ROTAT.	ROTATORIE	TUTTE LE INTERSEZIONI	RETTILINEO	ALTRO
VALORI ANNUALI						
2003	32.548	13.454	493	13.948	13.964	4.636
2004	31.147	12.736	563	13.299	13.394	4.454
2005	32.758	13.150	680	13.830	14.258	4.670
2.006	32.410	13.202	739	13.941	13.939	4.531
2.007	31.137	12.909	825	13.733	13.236	4.168
2.008	29.467	12.040	881	12.921	12.600	3.946
VARIAZIONI ANNUALI						
2003-2004	-1.401	-719	70	-649	-570	-182
2004-2005	1.611	415	117	531	863	216
2005-2006	-348	51	59	110	-319	-140
2006-2007	-1.273	-293	86	-207	-703	-363
2007-2008	-1.670	-869	56	-812	-636	-222
2003-2008	-3.081	-1.414	387	-1.027	-1.364	-690
VARIAZIONI %						
2003-2004	-4,3%	-5,3%	14,2%	-4,7%	-4,1%	-3,9%
2004-2005	5,2%	3,3%	20,7%	4,0%	6,4%	4,8%
2005-2006	-1,1%	0,4%	8,7%	0,8%	-2,2%	-3,0%
2006-2007	-3,9%	-2,2%	11,6%	-1,5%	-5,0%	-8,0%
2007-2008	-5,4%	-6,7%	6,8%	-5,9%	-4,8%	-5,3%
2003-2008	-9,5%	-10,5%	78,5%	-7,4%	-9,8%	-14,9%

B 21 LIVELLO DI GRAVITÀ

Il secondo fattore riguarda il livello di gravità degli incidenti in rotatoria (misurato dal numero di morti per 1.000 vittime nel complesso).

In Italia, nel 2008, l'indice medio di gravità è pari a 15,0 morti ogni 1.000 vittime (morti e feriti). Tale valore scende nettamente per gli incidenti localizzati sulle intersezioni *"tradizionali"* (9,1 morti per 1.000 vittime) e su rotatoria (8,4 morti per 1.000 vittime) mentre sale, altrettanto nettamente per gli incidenti localizzati su rettilineo (18,3 morti per 1.000 vittime) e su altre situazioni (strada in curva, tratti in forte pendenza, passaggi a livello, gallerie, etc.) dove si registrano mediamente 28,2 morti per 1.000 vittime.

L'indice di gravità degli incidenti in rotatoria appare dunque il più basso, confermando l'indicazione circa la capacità delle intersezioni a rotatoria di ridurre drasticamente la gravità degli incidenti ancor più del numero. Tuttavia il confronto con l'indice di gravità degli incidenti nelle altre intersezioni mostra come iil vantaggio di sicurezza delle rotatorie sia minimo e, in tre anni (2004; 2005; 2006) il **livello di gravità degli incidenti in rotatoria sia addirittura superiore a quello degli incidenti nelle altre intersezioni.**



B 22 LIVELLO DI GRAVITÀ

EVOLUZIONE DEGLI INDICI DI GRAVITÀ PER TIPO DI STRUTTURA STRADALE

	NEL COMPLESSO	INTERSEZ. NON ROTAT	ROTATORIE	INTERSEZ. TUTTE	RETTILINEO	ALTRO
2003	18,2	**10,6**	**9,6**	10,6	22,6	33,8
2004	17,5	**10,8**	**11,1**	10,8	21,0	31,5
2005	17,1	**10,5**	**11,6**	10,6	20,5	30,4
2006	16,7	**10,2**	**12,6**	10,3	19,8	32,2
2007	15,5	**9,8**	**8,8**	9,7	18,2	30,7
2008	15,0	**9,1**	**8,4**	9,0	18,3	28,2

B 23 LIVELLO DI GRAVITÀ

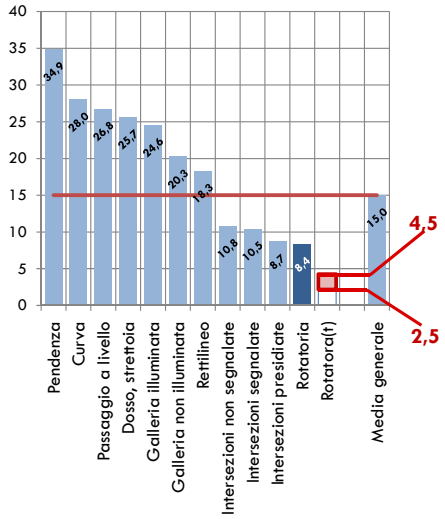
Il confronto tra livello di gravità degli incidenti in rotatoria e incidenti in tutti gli altri tipi di intersezione mostra come le rotatorie nel loro complesso determinino un abbattimento di gravità degli incidenti decisamente esiguo.

Il livello medio di gravità delle intersezioni non a rotatoria è pari a 9,1 morti per 1.000 vittime. Le intersezioni a rotatoria dunque , con un indice di gravità di 8,4, determinano una riduzione di gravità dell'8%.

Ancora più interessanti i dati di dettaglio, le rotatorie riducono il livello medio di gravità:
del 3,4% rispetto alle intersezioni presidiate;
del 20,0% rispetto alle intersezioni segnalate;
del 22,2% rispetto alle intersezioni non segnalate .

Se si dovesse registrare l'abbattimento di mortalità indicato in altri Paesi dovremmo avere una riduzione ampiamente superiore al 50%, con un indice medio di gravità delle rotatorie compreso tra 4,5 e 2,5 ma nei migliori casi si arriverebbe a indici di gravità pari a zero.

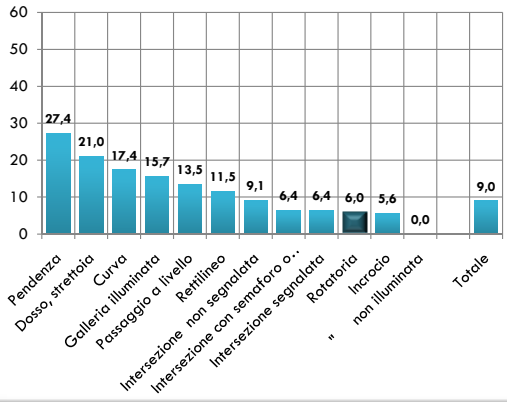
INDICE DI GRAVITÀ 2008
(MORTI PER 1.000 VITTIME)



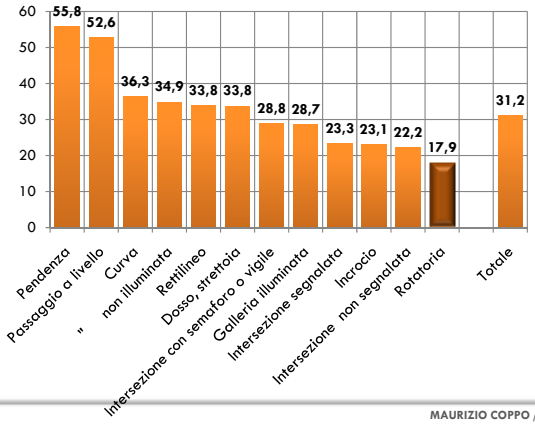
B 24 LIVELLO DI GRAVITÀ

Da notare che il quadro non cambia analizzando distintamente il sistema viario in area urbana e quello extraurbano. Sul sistema viario urbano le rotatorie determinano un miglioramento della gravità compreso tra il 6% (rispetto alle intersezioni segnalate o con semaforo) e il 34% (rispetto alle intersezioni non segnalate). Sul sistema viario extraurbano la riduzione di gravità è risulta compresa tra il 19% (rispetto alle intersezioni non segnalate) e il 38% (rispetto alle intersezioni con semaforo). In tutti i casi, si tratta di riduzioni molto esigue rispetto a quelle che è lecito attendersi sulla base della letteratura tecnica e dei casi di studio più noti.

INDICE DI GRAVITÀ SU VIABILITÀ URBANA. 2008



INDICE DI GRAVITÀ SU VIABILITÀ EXTRAURBANA. 2008



B 25 LIVELLO DI GRAVITÀ

Dunque, anche sul versante della riduzione della gravità degli incidenti – una delle caratteristiche chiave delle rotatorie – i vantaggi non sono così ampi come quelli indicati dalla letteratura tecnica di settore.

È però necessario trattare i dati che abbiamo presentato con molta cautela per due ordini di motivi:

- una lettura di livello nazionale presenta necessariamente una immagine "*media*" dove eventuali fenomeni e caratteristiche contrastanti sono destinati a combinarsi e a mascherare eventuali caratteri specifici che potrebbero essere di notevole rilievo;
- la classificazione delle intersezioni operata dall'Istat (più precisamente, da coloro che verbalizzano gli incidenti stradali) non sempre risulta molto accurata.

Inoltre, si segnala che in molto casi di studio si rileva un abbattimento dell'indice di gravità ben superiori al 50%. Qualora tali casi non costituiscano una rara eccezione, dovremmo giungere alla conclusione che esiste un altro gruppo di intersezioni a rotatoria (poco efficaci scarsamente documentate dalla letteratura tecnica) dove l'indice di gravità rimane del tutto inalterato rispetto alle condizioni precedenti l'intervento o aumenta. Senza questo gruppo di rotatorie infatti i dati resi disponibili dall'Istat e quelli resi disponibili da alcuni casi di studio sarebbero incompatibili.

In altri termini è altamente probabile che gli interventi di riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni esistenti realizzati nel nostro Paese siano caratterizzati da livelli di efficacia molto differenziate, che oscillano dalla eccellenza a condizioni assolutamente insoddisfacenti marcate da un'evoluzione regressiva dei livelli di sicurezza e da un deterioramento dell'indice di gravità degli incidenti

Riprenderemo questo punto nel successivo paragrafo, dedicato ai casi di studio.

B 26 LIVELLO DI GRAVITÀ

In definitiva:

- per avere di un quadro chiaro di una vicenda che in circa 25 anni ha portato ad una generalizzata diffusione nel nostro Paese di intersezioni a rotatoria,
- per misurare con precisione gli effetti in termini di traffico, sicurezza stradale sulle diverse tipologie di utenti della strada (ricordiamo ad esempio che alcune tipologie di rotatorie pur soddisfacendo alle esigenze di sicurezza dei conducenti di autovetture non sono in grado di garantire una adeguata sicurezza stradale ai ciclisti o ai pedoni o ad entrambi);
- per valutare gli eventuali benefici in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico;
- per conoscere le dimensioni delle risorse finanziarie impegnate per realizzare le intersezioni a rotatoria e valutare quale sia stata l'efficacia degli investimenti effettuati e, soprattutto,
- per sapere se con le stesse risorse si sarebbe potuto fare di più e quali siano stati gli interventi più efficaci (sempre rimanendo nel campo delle intersezioni a rotatoria),

è necessario **disporre di una base conoscitiva ben più ampia e dettagliata di quella – pure indispensabile – resa disponibile dall'Istat**.

Per acquisire tali conoscenze è necessario **dotarsi di strumenti di analisi e valutazione e di metodi di rilevazione certi e condivisi che consentano non solo un'analisi puntuale degli interventi e dei risultati ma anche una valutazione certa dell'efficacia degli interventi.**

B 27 L'ARCHIVIO DELLE ROTATORIE

L'iniziativa del LAGS vuole andare esattamente in questa direzione e il presente dossier rappresenta solo l'avvio di un processo conoscitivo e valutativo che si pone tre ordini di obiettivi:

- migliorare lo stato delle conoscenze;
- fornire parametri, criteri e riferimenti concreti alla amministrazioni locali che intendono sviluppare una politica di messa in sicurezza della rete stradale;
- offrire strumenti per valutare l'efficacia degli interventi in questo settore e per individuare linee di azione e modalità di intervento che consentano di spostare in avanti il livello di efficacia dell'azione pubblica.

C LE INTERSEZIONI A ROTATORIA IN SEDICI CASI DI STUDIO

C1 LA RIORGANIZZAZIONE DEGLI INCROCI IN INTERSEZIONI A ROTATORIA IN SEDICI CASI DI STUDIO

In questo paragrafo poniamo sinteticamente a confronto alcuni dati su dodici casi di studio elaborati da S. Bandini e C. Cirio del Comune di Asti, G. Lenti della Provincia di Torino, E. Mantovani della Provincia di Biella, D. Parmeggiani della Provincia di Bologna, S. Zampino della Provincia di Lecce, Stefania Pascut e Francesco Magro del Comune di Udine; casi che vengono ampiamente illustrati nella successiva sezione del dossier.

In particolare centreremo l'attenzione su tre dati (costi di realizzazione, il costo sociale determinato dagli incidenti stradali nelle intersezioni prima della riorganizzazione a rotatoria delle stesse, il costo sociale determinato dagli incidenti stradali nelle intersezioni dopo la riorganizzazione a rotatoria) e sui rapporti tra questi, rimandando per ogni analisi più accurata ai capitoli redatti dagli autori sopra cittai.

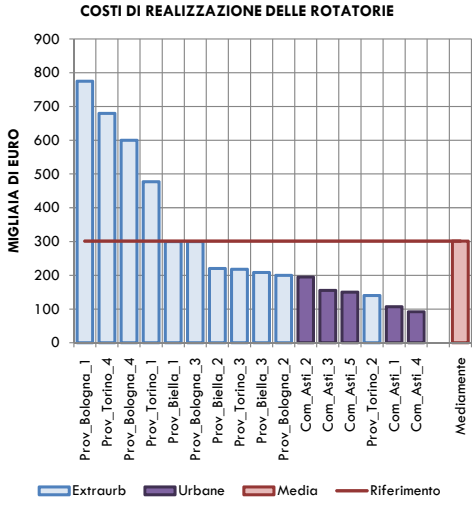
C2 I COSTI DI REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE

I costi di trasformazione degli incroci in intersezioni a rotatorie indicati dalle quattro Amministrazioni locali variano, a seconda del tipo di realizzazione, da 680.000 Euro per le rotatorie extraurbane più impegnative a 92.000 Euro per le rotatorie urbane di piccole dimensioni.

L'amministrazione di Udine e di Bologna, che hanno partecipato al seminario come interlocutori, indicano entrambe una gamma di valori leggermente spostata verso l'alto (Udine indica tre casi compresi tra 120.000 e 900.000 Euro mentre Bologna indica valori compresi tra 775.000 e 200.000 Euro).

Appare evidente il maggior onere richiesto per interventi su rete stradale extraurbana, da porre in relazione alle maggiori dimensioni della rotatoria e agli oneri collegati alla realizzazione (espropri, allacciamento alla rete elettrica e, a volte, a quella idrica, etc.), oneri non sempre presenti o presenti in misura ridotta nelle rotatorie urbane.

Nel complesso, la realizzazione degli interventi descritti nei casi di studio ha richiesto una spesa di 4,8 milioni di Euro.



C 3 IL COSTO SOCIALE DEGLI INCIDENTI STRADALI PRIMA E DOPO L'INTERVENTO

Tutti gli interventi esaminati hanno determinato un rilevante abbattimento del costo sociale degli incidenti stradali a seguito dell'intervento sulla intersezione.

Da rilevare che sulle intersezioni dove si registravano i maggiori costi sociali (oltre 800.000 Euro per anno) gli interventi sembrano aver originato due esiti diversi:

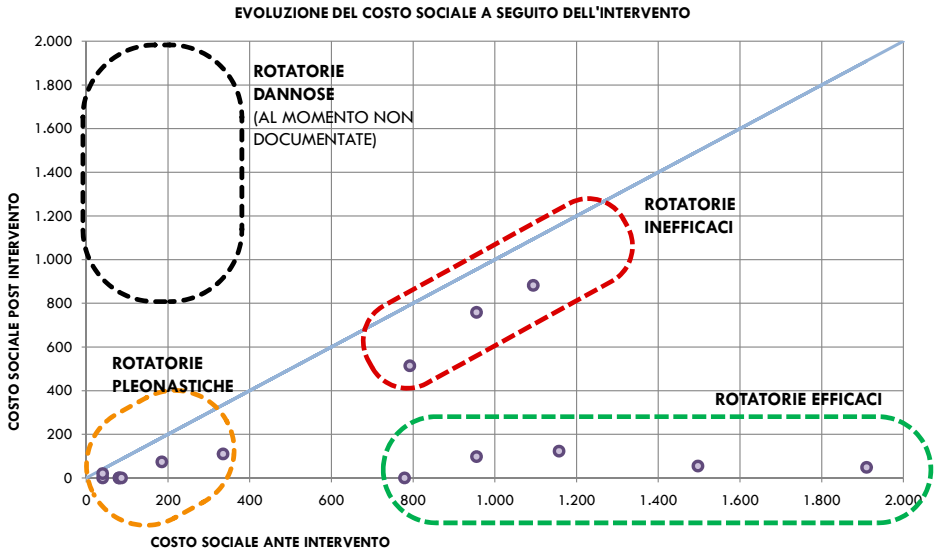
- un abbattimento dei costi sociali molto elevato (da 1.000.000 / 2.000.000 Euro a 50.000 / 100.000 Euro, con una riduzione intorno al 90% e una quota residua di incidentalità rappresentata da un ferito ogni uno o due anni);
- un abbattimento molto più contenuto con intersezioni che passano da un costo sociale medio annuo di 800.000 / 1.100.000 Euro per anno ad un costo sociale di 600.000 / 900.000 Euro per anno (sull'ordine del 20% - 30%) e **una consistente incidentalità residua**.

Nel primo caso si può parlare d interventi ad alta efficacia, nel secondo di interventi ad efficacia ridotta.

Da notare che accanto a queste due tipologie di interventi dobbiamo porne una terza: quella degli interventi di riorganizzazione in rotatoria di intersezioni con un basso costo sociale iniziale (dove, cioè, gli incidenti, su un arco di 3/5 anni, non hanno determinato morti e hanno determinato non più di 1 o 2 feriti in tutto il periodo). In genere tali interventi riescono ad azzerare le vittime degli incidenti stradali ma sono caratterizzati da un'efficacia destinata ineluttabilmente a rimanere bassa: non possono determinare una consistente riduzione di vittime per il semplice motivo che non c'è una consistente quantità di vittime sulla quale operare. In questo caso potremmo parlare di ***"rotatorie pleonastiche"***.

L'ultimo caso , non documentato da alcuno dei casi di studio, è quello costituito da interventi a seguito dei quali si determina un aumento delle vittime degli incidenti stradali. Come vedremo in seguito, il confronto tra i dati indicati dalla letteratura tecnica di settore e dai casi di studio da un lato e quelli resi disponibili dall'Istat dall'altro, evidenziano come sia altamente probabile che una quota di interventi, anche recenti, rientri in questa fattispecie.

C 4 IL COSTO SOCIALE DEGLI INCIDENTI STRADALI PRIMA E DOPO L'INTERVENTO



C 4bis ROTATORIE *"PLEONASTICHE"* E INCROCI PERICOLOSI

La riorganizzazione in rotatoria di intersezioni a bassa incidentalità (le *"rotatorie pleonastiche"*) se da un lato non determina un danno sociale, dall'altro sottrae risorse e capacità progettuali al complesso di interventi potenzialmente in grado di ridurre il numero delle vittime nelle intersezioni urbane e su viabilità locale.

- Nelle intersezioni urbane gli incidenti stradali hanno determinato: **708 morti e 115.856 feriti, con un costo sociale di 9.514 milioni di Euro**.
- Nelle intersezioni della viabilità locale e regionale gli incidenti hanno determinato: **316 morti e 14.124 feriti, con un costo sociale di 1.480 milioni di Euro.**

Ovviamente, non tutte le intersezioni esistenti possono essere riorganizzate in rotatoria con vantaggio per la sicurezza e il traffico ma il nodo da risolvere è, appunto, quello di **individuare quali siano gli interventi che possono abbattere le maggiori quote di vittime e costo sociale generati dagli incidenti nelle intersezioni.** Questo punto sarà ripreso nei prossimi paragrafi

VITTIME E COSTO SOCIALE PER TIPO DI STRADA E STRUTTURA STRADALE. ANNO 2008

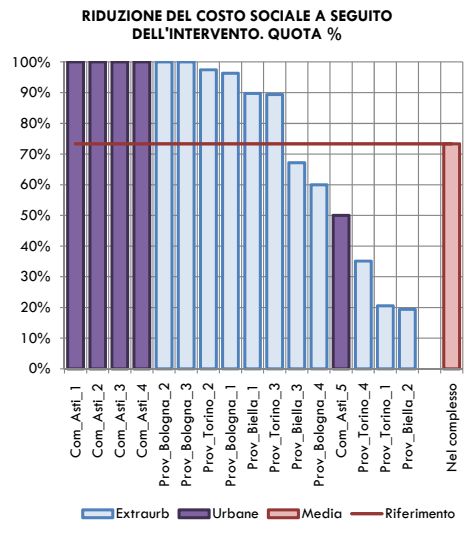
	AUTOSTRADE	STATALI	REGIONALI	PROVINCIALI	COM EXTRAURB	URBANE	TOTALE
MORTI							
ROTATORIE	0	13	0	21	3	50	87
ALTRE INTERSEZIONI	0	255	20	251	45	708	1.279
TUTTE LE INTERSEZIONI	0	268	20	272	48	758	1.366
FERITI							
ROTATORIE	0	703	72	957	300	8.288	10.320
ALTRE INTERSEZIONI	0	9.376	733	10.044	3.347	115.856	139.356
TUTTE LE INTERSEZIONI	0	10.079	805	11.001	3.647	124.144	149.676
COSTO SOCIALE							
ROTATORIE	0	70	5	100	26	680	881
ALTRE INTERSEZIONI	0	1.046	82	1.089	309	9.514	12.040
TUTTE LE INTERSEZIONI	0	1.116	87	1.189	335	10.194	12.921

C 5 LE QUOTE PERCENTUALI DI RIDUZIONE DEL COSTO SOCIALE

Le caratteristiche della riduzione del costo sociale a seguito della riorganizzazione in rotatoria delle intersezioni appaiono molto chiare esaminando le quote percentuali di riduzione.

In linea di massima gli interventi in sulle intersezioni in area urbana realizzati da Comune di Asti sono quelli che determinano la maggiore riduzione percentuale arrivando in diversi casi ad azzerare completamente l'incidentalità (dato calcolato su un arco temporale che varia da 3 a 5 anni) ma occorre notare che si tratta di intersezioni dove già prima dell'intervento di gli incidenti registravano quote piuttosto ridotte di vittime.

Mediamente l'abbattimento del costo sociale (media ponderata) risulta pari al 73%. Ciò significa che la trasformazione in rotatorie di un insieme di incroci dove si determinano annualmente 100 vittime determinerebbe, mediamente, un *"risparmio"* di 73 vittime ogni anno. Questo risultato deve essere considerato di **assoluta eccellenza e pienamente in linea con quanto indicato dagli studi e dalla manualistica di altri Paesi della UE15**.

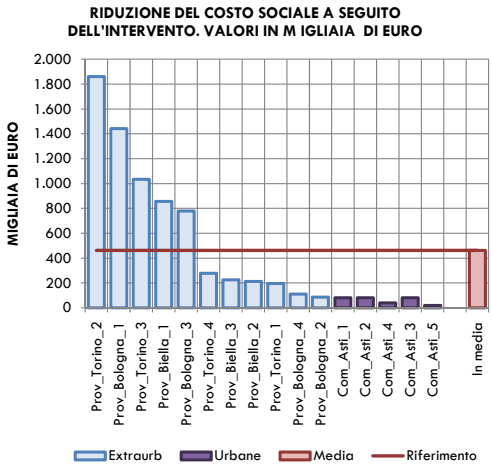


C6 IL *"RISPARMIO"* DI COSTO SOCIALE GENERATO DAGLI INTERVENTI DI RIORGANIZZAZIONE IN ROTATORIA DELLE INTERSEZIONI

I sedici casi di studio presi in esame hanno determinato una **riduzione complessiva di costo sociale pari a 7.381.000 Euro/anno, con una riduzione media per intervento: 461.000 Euro/anno**.

La riduzione di costo sociale generata da ciascun intervento oscilla tra 1.860.000 Euro/anno per un intervento su una rete stradale extraurbana in provincia di Torino ad una riduzione di 20.000 Euro/anno per una piccola (come dimensioni e come costo realizzativo) rotatoria urbana in una zona a bassa incidentalità realizzata ad Asti.

Da notare che tutte le rotatorie su sistemi stradali urbani determinano una riduzione di costo sociale molto contenuta a causa dei bassi livelli di costo sociale di partenza.

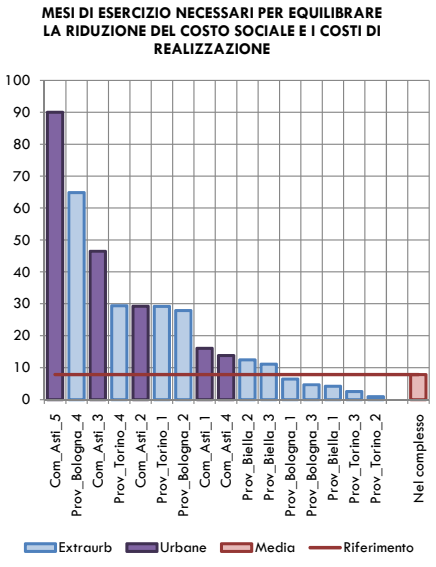


C7 MESI DI ESERCIZIO NECESSARI PER RAGGIUNGERE L'EQUILIBRIO TRA RIDUZIONE DEI COSTI SOCIALI E COSTI DI REALIZZAZIONE

L'ultimo aspetto che esaminiamo, forse il più rilevante da un punto di vista operativo, è il rapporto tra costi di realizzazione e riduzione dei costi sociali a seguito dell'intervento. Questo rapporto viene misurato come numero di mesi necessari affinché la riduzione di costo sociale equivalga al costo di realizzazione.

I dati indicano un periodo compreso tra 1 e 90 mesi e ciò significa che nella peggiore delle situazioni i minori oneri determinati dall'abbattimento dei costi sociali equivalgono ai costi di realizzazione dopo sette anni e mezzo di esercizio dell'opera ma **nella maggior parte dei casi il tempo di equilibrio è compreso tra 12 e 30 mesi** (tra un anno e due anni e mezzo).

Ovviamente l'equilibrio tra costi di realizzazione sostenuti e riduzione dei costi sociali sopportati dallo Stato, dalle imprese e dalle famiglie è solo un indicatore indiretto di efficacia e non certo il risultato finale di un'analisi economico-finanziaria (non abbiamo preso in considerazione i costi finanziari, la durata attesa delle opere realizzate, i costi di manutenzione e molti altri fattori). Resta il fatto che nei sedici casi di studio esaminati, mediamente il costo di realizzazione di una intersezione a rotatoria ha lo stesso valore di 8 mesi di costo sociale generato dagli incidenti stradali sulle intersezioni dove sono stai realizzati gli interventi.



C8 INVESTITORI, BENEFICIARI E SPESA PER LA SICUREZZA STRADALE

Occorre tuttavia notare che **i soggetti che sostengono l'onere e la responsabilità degli interventi di riorganizzazione delle intersezioni in rotatoria (Comuni, Province, Regioni, ANAS e pochi altri) non sono quelli che incamerano i benefici della riduzione della incidentalità (sistema sanitario, sistema previdenziale e assistenziale, sistema assicurativo, imprese, famiglie, etc.)**.

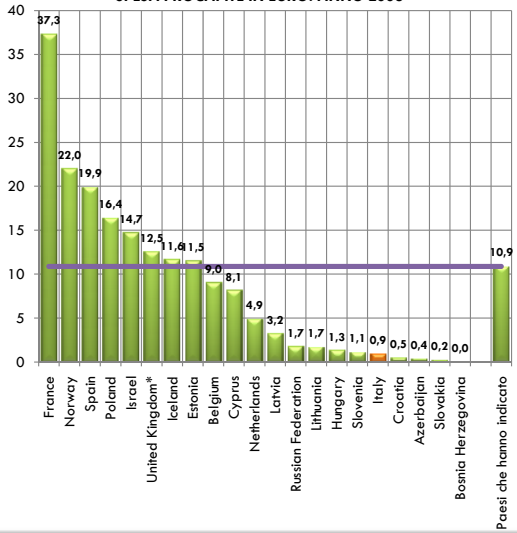
La divaricazione tra coloro che sostengono gli oneri degli investimenti e coloro che ne ricevono i benefici **non favorisce la crescita di investimenti in questo settore**. Il meccanismo classico (e utilizzato in gran parte dei Paesi della UE15) per superare questa divaricazione è quello di assicurare agli investitori adeguato trasferimenti attraverso la fiscalità generale. Con questo meccanismo è possibile bilanciare i *"risparmi"* di spesa in capo ai beneficiari della riduzione delle vittime e gli oneri sostenuti dai soggetti che hanno la responsabilità della sicurezza stradale, cosicché questi possano sviluppare un adeguato volume di investimenti in questo settore.

Nel nostro Paese questo meccanismo di approvvigionamento finanziario che consente di sviluppare investimenti in sicurezza stradale che, se gestiti con efficienza ed efficacia, generano consistenti riduzioni dei costi sociali, non opera in modo soddisfacente, se sono vere le statistiche raccolte dalla RST in occasione della terza Conferenza dei Ministri europei competenti in materia di sicurezza Stradale promossa dal nostro Governo a Verona dal 2004 al 2007 e le più recenti statistiche diffuse dalla OMS negli studi preparatori della prima conferenza mondiale sulla sicurezza stradale tenutasi a Mosca. Queste ultime, che riportiamo perché più recenti, indicano che il nostro Paese:

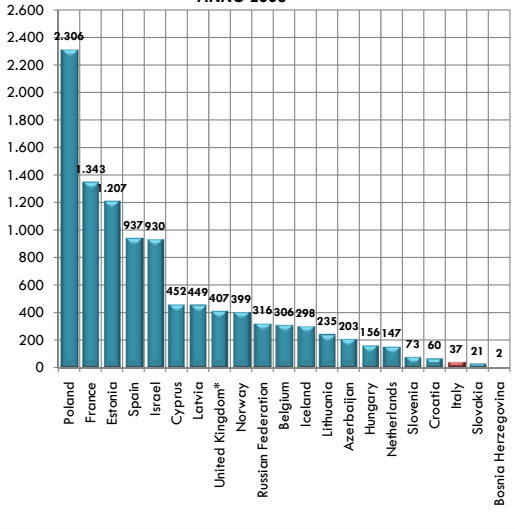
- con una **spesa nazionale procapite di 0,9 Euro** è in quart'ultima posizione rispetto ad una graduatoria di Paesi sviluppati che spende mediamente 10 Euro procapite, con picchi (Francia e Norvegia) che oscillano da 20 a 40 Euro procapite);
- con una quota di **37 Euro spesa in sicurezza stradale ogni milioni di Euro di PIL**, si colloca in terz'ultima posizione, assolutamente distante da Paesi che mediamente dedicano più di 200 Euro per milione di PIL alla sicurezza stradale e arrivano a superare i 1.000 Euro nel caso della Polonia, della Francia e della Estonia.

C9 LA SPESA NAZIONALE PER LA SICUREZZA STRADALE IN 21 PAESI

INVESTIMENTI NAZIONALI IN SICUREZZA STRADALE. SPESA PROCAPITE IN EURO. ANNO 2008



SPESA PER MILIONE DI PIL (VALORI IN EURO). ANNO 2008



C 10 CASI DI STUDIO E STATISTICHE GENERALI

Il dato sulla spesa nazionale italiana per la sicurezza stradale è decisamente sconfortante anche se indica che il nostro Paese si è avvicinato agli obiettivi del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale con una dotazione di risorse minima (dimostrando di essere capace di raggiungere grandi risultati in condizioni assolutamente svantaggiate).

Dall'altro lato il basso investimento italiano in sicurezza stradale solleva la questione circa la quota di vite, di sofferenze che si sarebbe potuta ulteriormente risparmiare disponendo delle risorse mediamente destinate a questo fine dagli altri Paesi sviluppati e anche la questione di quante risorse economiche e professionali, di quanta capacità di generare reddito, di quanti investimenti in formazione di giovani destinati a non diventare mai cittadini produttivi a causa di incidenti stradali che li hanno uccisi o rinchiusi entro i limiti di gravi disabilità permanenti, di quanta ricchezza sia stata bruciata per l'incapacità a investire in sicurezza stradale quote di risorse analoghe a quelle impegnate da altri Paesi sviluppati.

D LA GESTIONE DELLE ROTATORIE

D 1 DALLA PROGETTAZIONE DELLA ROTATORIA AL GOVERNO DEL SISTEMA DELLE ROTATORE

In relazione a quanto considerato nei precedenti capitoli, si può affermare che le rotatorie siano una modalità di trattamento delle intersezioni che determina i massimi benefici nell'ambito di una strategia generale di:

1) disciplina del traffico;
2) gestione/riorganizzazione del sistema infrastrutturale;
3) miglioramento della sicurezza stradale;

basate su una dettagliata conoscenza delle condizioni infrastrutturali, del traffico e della incidentalità e su una accurata pianificazione/progettazione/realizzazione delle rotatorie.

Ciò implica il passaggio:

A. da un approccio alle rotatorie trattate ciascuna come un evento isolato;
B. ad un approccio alla rotatorie come componenti e sottosistema del più generale sistema infrastrutturale, della mobilità e della sicurezza stradale.

In questa accezione il sistema delle rotatorie diventa uno strumento della strategia generale di governo della mobilità e dei suoi diversi aspetti.

Questo approccio si sviluppa attraverso quattro fasi concettuali:

I. l'analisi delle condizioni infrastrutturali e della mobilità, con particolare attenzione all'impatto ambientale e alla sicurezza stradale
II. la programmazione della rete (gestione e riorganizzazione del sistema infrastrutturale esistente, sviluppo di nuove componenti);
III. la progettazione e attuazione delle diverse opere;
IV. il monitoraggio dei risultati e valutazioni di efficienza e di efficacia.

D 2 CONOSCENZE DI BASE, ANALISI, OBIETTIVI TECNICI

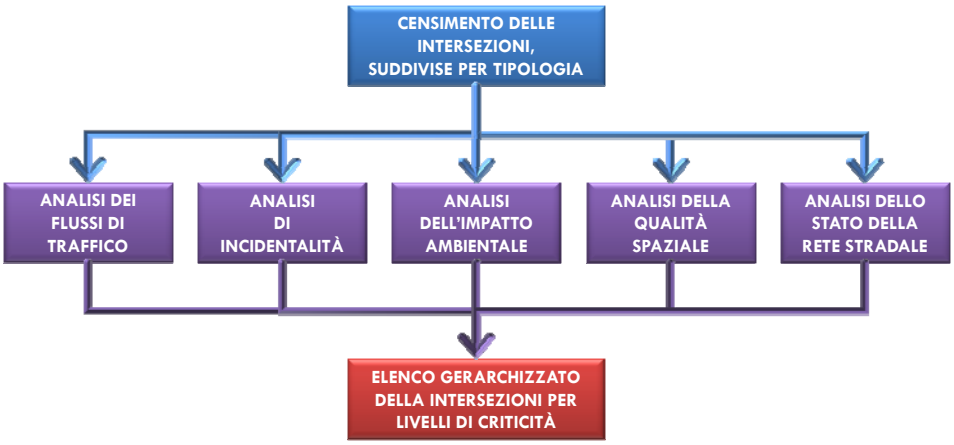
La prima fase è dedicata ad acquisire tutti gli elementi conoscitivi e valutativi utili per la successiva fase di pianificazione e programmazione degli interventi.

In particolare la prima fase è dedicata a:

- individuare il campo di applicazione delle politiche di messa in sicurezza delle intersezioni (censimento delle intersezioni suddivise per tipologia),
- acquisire le informazioni rilevanti che consentono di individuare eventuali condizioni di criticità, opportunità di miglioramento, vincoli che limitano la gamma delle soluzioni applicabili;
- Individuare le priorità di intervento sulla base delle analisi sui fattori critici e sulle opportunità di miglioramento (obiettivi tecnici).

1) **Censimento delle intersezioni, suddivise per tipologia**
2) **Analisi dei flussi di traffico**
   - Modalità di spostamento
   - Tipologia degli spostamenti (casa-lavoro, occasionali, per divertimento, etc.)
   - Configurazione rispetto alla velocità
   - Fasi di saturazione e rallentamento
3) **Analisi dell'incidentalità**
   - Quantità di incidenti, vittime e costo sociale;
   - Densità delle vittime per estesa stradale;
   - Livelli di rischio rispetto ai flussi di traffico
4) **Analisi dell'impatto ambientale**
   - Acustico
   - Atmosferico
5) **Analisi qualità spaziale del sistema viario**
6) **Analisi dello stato delle opere**
   - Stato manutentivo
   - Adeguatezza funzionale al volume e alla composizione del traffico
   - Coerenza del tracciato e degli arredi funzionali con i requisiti di sicurezza
7) **Elenco gerarchizzato per livello di criticità**

D3 CONOSCENZE DI BASE, ANALISI, OBIETTIVI TECNICI



D4 CONOSCENZE DI BASE, ANALISI, OBIETTIVI TECNICI. IL SOTTOSISTEMA DELLE ROTATORIE

La seconda fase è dedicata ad individuare le intersezioni suscettibili di riorganizzazione in rotatoria, a valutare in che misura siano riducibili i fattori critici in ciascuna delle intersezioni prese in esame, a valutare i costi e di stabilire gli interventi più soddisfacenti in termini di costi/benefici o costi/efficacia.

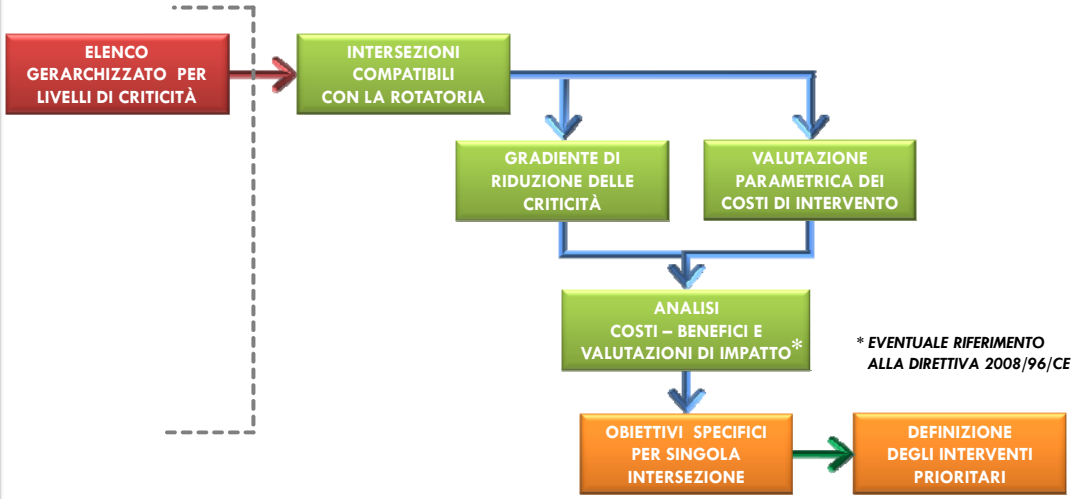
Sempre in questa fase possono essere formulati gli obiettivi specifici per ciascuna intersezione, le condizioni per raggiungerli e gli interventi con carattere di priorità (in termini esclusivamente tecnici e settoriali).

Infine, in questa fase è possibile una applicazione volontaria degli indirizzi della **direttiva europea sulla gestione della sicurezza stradale nelle infrastrutture (2008/96/CE)** per quanto riguarda la valutazione di impatto sulla sicurezza stradale al fine di valutare in modo rigoroso i risultati attesi in termini di miglioramento dei sicurezza atteso e, quindi, scegliere in modo più consapevole e vantaggioso il campo di applicazione e il tipo di intervento più efficaci.

In particolare, per sapere su quali intersezioni sia più conveniente la riorganizzazione in rotatoria è opportuno:

1) sapere quali siano le intersezioni che per flussi di traffico e altre condizioni sono compatibili con la soluzione a rotatoria;
2) sapere in quali intersezioni le rotatorie consentono di ridurre le criticità e in che misura;
3) effettuare una valutazione parametrica dei costi di intervento nelle diverse condizioni;
4) predisporre analisi costi – benefici o costi/efficacia e le valutazioni di impatto;
5) definire gli obiettivi specifici e di dettaglio sulla base dei risultati delle analisi sopra indicate;
6) Individuare gli interventi prioritari, sulla base di criteri e parametri predefiniti

D 5 CONOSCENZE DI BASE, ANALISI, OBIETTIVI TECNICI. IL SOTTOSISTEMA DELLE ROTATORIE



D 6 PROGRAMMAZIONE DELLA RETE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

La terza fase compone tre ordini di attività:

- la **programmazione di massima** degli interventi (un'ipotesi tecnica su dove e come appare più opportuno intervenire alla luce delle attività svolte nelle fasi precedenti) e, soprattutto, la realizzazione di **eventuali ispezioni di sicurezza** su situazioni di rilevante complessità che richiedono un supporto da parte di un soggetto terzo e la elaborazione di indicazioni e criteri di progettazione;
- lo sviluppo delle **fasi progettuali, la valutazione dei costi e dei tempi, la programmazione finanziaria degli interventi**;
- l'**attuazione** degli interventi.

Si evidenzia che le ispezioni di sicurezza non sono affatto obbligatorie e potranno essere realizzate laddove si ravvisi l'utilità di una fase di approfondimento e verifica delle analisi sviluppate nella seconda fase e di supporto alla progettazione che rappresenta l'attività centrale della presente fase.

1) Programmazione di massima degli interventi per livello di priorità
2) Eventuali ispezioni di sicurezza affidate a soggetto terzo sulle intersezioni ad intervento prioritario (fase da attuare solo in relazione a criteri di valutazione predeterminati dal proprietario della rete)
3) Formulazione di indicazioni e criteri da parte del soggetto terzo
4) Progettazione dell'intervento
5) Inserimento di tutti i parte degli interventi prioritari nella programmazione finanziaria dell'amministrazione
6) Attuazione

D 7 PROGRAMMAZIONE DELLA RETE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

D 8 MONITORAGGIO DEI RISULTATI E VALUTAZIONI DI EFFICIENZA E DI EFFICACIA

La quarta fase si sviluppa quasi tutta dopo l'entrata in esercizio dell'opera e, sostanzialmente, analizza i risultati degli interventi per fornire a decisori e tecnici elementi conoscitivi, valutazioni e parametri utili per le fasi di pianificazione, programmazione e progettazione.

È altresì evidente come questa fase, per fornire indicazioni utili, debba ***saldarsi*** alle precedenti fasi di analisi dello stato delle infrastrutture, del traffico e della sicurezza stradale (a loro volta indispensabili per una efficace programmazione degli interventi).

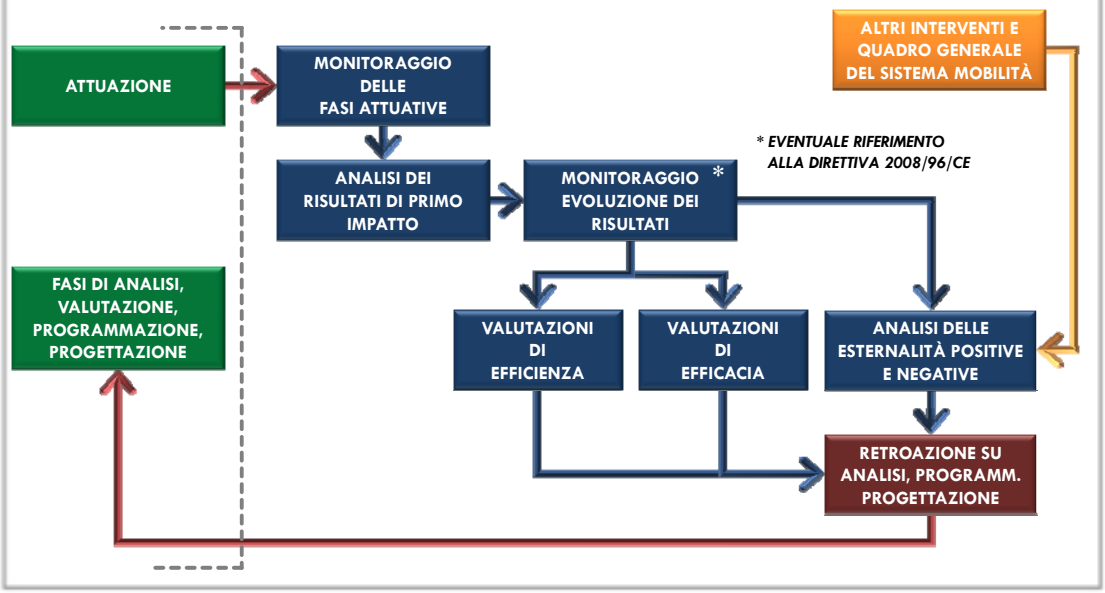
In particolare la quarta fase è costituita da:

- un'azione di **monitoraggio** sull'attuazione delle opere sui risultati e la loro evoluzione;
- le **valutazioni** di efficienza e di efficacia ex post e l'analisi delle eventuali esternalità innescate o subite dagli interventi;
- la **retroazione** sulle fasi di pianificazione, programmazione e progettazione.

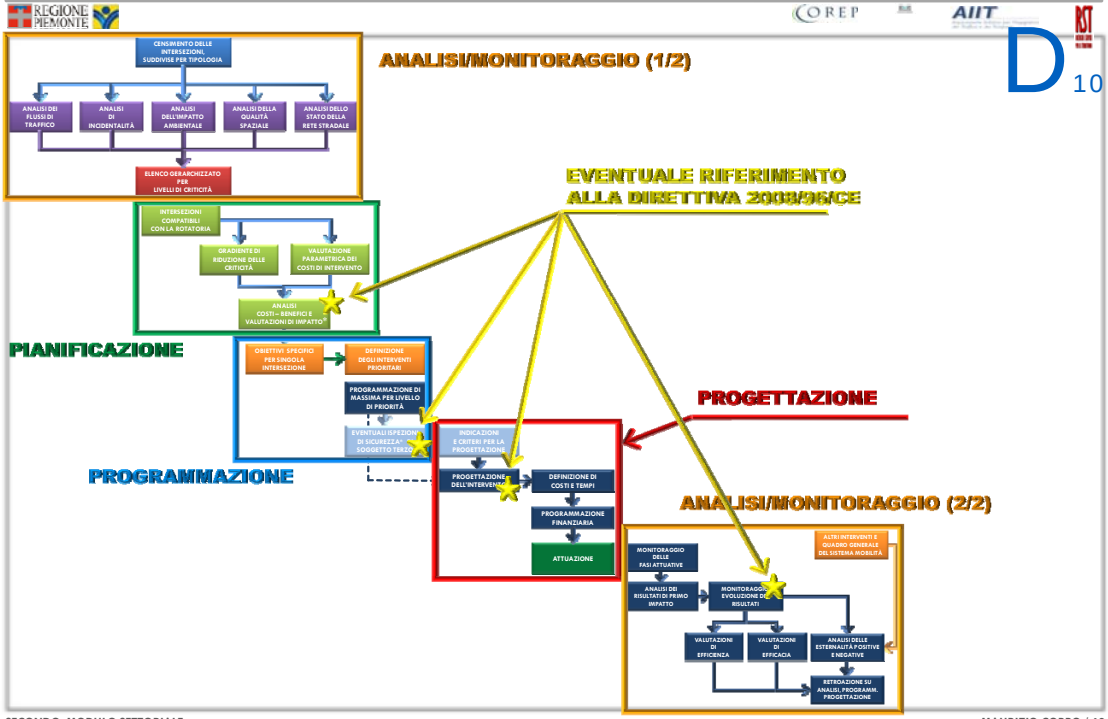
Da notare che **la retroazione non si risolve nella generica messa a disposizione di informazioni, valutazioni e indirizzi ma comporta l'attuazione di una procedura formale di trasmissione e acquisizione di tali elaborati**.

1) Monitoraggio delle fasi attuative
2) Analisi dei risultati di primo impatto
3) Monitoraggio della evoluzione dei risultati
4) Valutazioni di efficienza (rapporto tra mezzi impiegati e risultati conseguiti)
5) Valutazioni di efficacia (rapporto tra risultati conseguiti e obiettivo)
6) Analisi delle esternalità positive e negative
7) Procedura di retroazione sui processi di analisi, valutazione, programmazione e progettazione

D 9 MONITORAGGIO DEI RISULTATI E VALUTAZIONI DI EFFICIENZA E DI EFFICACIA



D 10



E L'ANALISI COSTI/EFFICACIA

E 1 L'ANALISI COSTI EFFICACIA APPLICATA AGLI INTERVENTI DI REALIZZAZIONE DI INTERSEZIONI A ROTATORIA

In estrema sintesi l'analisi costi/efficacia:

I. misura i mezzi (finanziari, professionali, strumentali, etc.) Impegnati per realizzare una certa azione;

II. misura i risultati;

III. ripete queste due serie di misure per un certo numero di possibili interventi (se non ci sono alternative l'analisi costi-efficacia non ha alcuna utilità);

IV. ordina le proposte di interventi in relazione al rapporto costi-efficacia atteso;

V. consente di individuare:

- i **campi di applicazione** (nel caso specifico le intersezioni);
- i **progetti e le modalità realizzative** (nel caso specifico, gli interventi di riorganizzazione in rotatoria);

dove, a **parità di mezzi impegnati, si conseguono i risultati più soddisfacenti**.

E2 L'ANALISI COSTI EFFICACIA APPLICATA AGLI INTERVENTI DI REALIZZAZIONE DI INTERSEZIONI A ROTATORIA

Per sviluppare e analisi costi/efficacia è necessario:

1) individuare tutte le risorse che devono essere impegnate per una determinata azione e misurarle sia in termini di risorse reali che in termini economico-finanziari (analisi dei costi);

2) comporre un **elenco preciso dei risultati diretti e indiretti che si intende acquisire e una descrizione puntuale di come debbano essere misurati**;

3) nel caso (ricorrente) in cui i risultati non siano misurati da un unico parametro, occorre definire come comporre e calibrare le diverse componenti dei risultati in un unico indicatore, da porre a confronto con quello relativo ai costi;

4) costruire strumenti sintetici e semplici per valutare in prima approssimazione costi e risultati, senza dover sviluppare tutte le fasi progettuali e di computo o senza dover attendere le realizzazioni;

5) per sviluppare tali strumenti è essenziale una accurata analisi degli interventi già realizzati e dei risultati conseguiti (questi consentono di individuare i **parametri sintetici di costo e di risultati**);

6) ciò significa che per sviluppare una analisi costi-efficacia a servizio della programmazione e progettazione, occorre disporre di un'analisi costi-efficacia applicata a interventi già realizzati e, dunque, di un adeguato monitoraggio delle realizzazioni o, quanto meno, di analisi specifiche e di casi di studio.

E3 L'ANALISI COSTI EFFICACIA APPLICATA AGLI INTERVENTI DI REALIZZAZIONE DI INTERSEZIONI A ROTATORIA

La **definizione dei risultati attesi** e della loro ponderazione è tutt'altro che banale in quanto definisce il **profilo prestazionale di riferimento degli interventi**.

Relativamente al caso delle intersezioni a rotatoria il **profilo prestazionale obiettivo** deve indicare se tra i risultati attesi siano da comprendere:

1) la riduzione del numero degli incidenti in generale;

2) la riduzione della gravità degli incidenti (misurabile in termini di numero di morti per 1.000 vittime sino a quando non disporremo di una distinzione tra feriti gravi e feriti leggeri, distinzione, questa, resa possibile a quasi tutti i Paesi sviluppati (nella UE15 oltre l''Italia solo un altro Paese non è in grado di distinguere i feriti per livello di gravità);

3) la moderazione della velocità;

4) la fluidificazione del traffico;

5) la riduzione degli inquinanti rilasciati nell'atmosfera;

6) gli effetti determinati da una entrata in rotatoria a velocità molto più elevata di quella consentita (vale a dire, il rischio specifico accettato per soggetti che attuano comportamenti esplicitamente trasgressivi);

7) il livello di sicurezza potenziale di **ciclisti e pedoni** (assumere o meno questo obiettivo incide molto sulla geometria e sui costi di realizzazione delle rotatorie);

8) il livello accettato di rischio di impatto per veicoli che fuoriescono dalla sede della giratoria;

9) la possibilità o meno di arrivare alla rotatoria a velocità superiore a quella consentita;

10) eventuali altre prestazioni-obiettivo.

4 CAMPI DI APPLICAZIONE DELL'ANALISI COSTI/EFFICACIA

- **Analisi dello stato di fatto**
  Individuazione delle intersezioni con un profilo prestazionale divergente da quello di riferimento (dai parametri e dagli standard di riferimento)
- **Manutenzione programmata**
  Individuazione delle intersezioni a rotatoria con prestazioni inadeguate e definizione delle priorità di intervento
  Conferimento delle priorità di intervento e degli indirizzi progettuali al gestore della manutenzione (programmata) della rete
- **Programmazione nuovi interventi (su rete esistente o su tratte stradali da realizzare)**
  Individuazione delle intersezioni che si prestano ad essere trattate a rotatoria e definizione delle priorità di intervento.
- **Progettazione**
  Supporto alla definizione dei criteri e delle scelte progettuali di fondo, in funzione della ottimizzazione dei risultati a parità di risorse impegnate
- **Comunicazione ai decisori di settore**
  Rappresentazione delle problematiche, delle possibili soluzioni e dei relativi costi ai decisori
- **Confronti tecnici**
  Confronto con altre soluzioni e con altri profili prestazionali richiesti e individuazione di eventuali alternative che appaiono più soddisfacenti.
- **Comunicazione ai cittadini e alle rappresentanze sociali ed economiche**
  Descrizione delle misure poste in essere, dei risultati conseguiti e dei costi sostenuti secondo paraetri fissi nel tempo che consentono di valutare i risultati delle politiche adottate e non solo gli annunci.
- **Comunicazione al complesso dei decisori**
  Rappresentazione al sistema dei decisori (consiglio e giunta comunale, provinciale, regionale) dei risultati conseguiti per unità di risorse impegnate al fine di fornire un supporto al dimensionamento delle risorse di settore.

5 PROCEDURALIZZAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI COSTI/EFFICACIA

- L'analisi costi-efficacia investe settori e momenti diversi dell'azione di governo pubblico, dal monitoraggio, alla individuazione delle priorità , alle fasi di programmazione, a quelle di verifica e di comunicazione
- Questa complessa rete di azioni e rapporti non può essere rapidamente e agevolmente ricostruita ogni volta che se ne manifesta l'esigenza. Affinché l'analisi costi efficacia risulti massimamente utile è necessario proceduralizzare il suo impiego e l'utilizzazione dei risultati dell'analisi stessa. Occorre cioè definire dove, come, quando il sistema di azioni che costituisce l'analisi costi-benefici debba essere utilizzato e in che termini
- La standardizzazione dei parametri attraverso i quali valutare i costi e i risultati e comporre i diversi risultati nel profilo prestazionale costituisce il presupposto per sviluppare un'efficace attività di confronto tra diverse soluzioni adottate da diverse amministrazioni.

L'ESPERIENZA FORMATIVA DI RoSaM2

Roberto Tadei

Professore ordinario del Politecnico di Torino
Coordinatore organizzativo del LAGS

RoSaM (Road Safety Management) è l'iniziativa di addestramento al governo della sicurezza stradale promossa dalla Regione Piemonte e realizzata dal LAGS, Laboratorio per il Governo della Sicurezza Stradale.
Il LAGS (www.lags.corep.it) è costituito da COREP (Consorzio Università-Enti Locali del Piemonte per l'addestramento e la formazione specialistici e di alto livello) e RST (Ricerche e Servizi per il Territorio S.r.l., Segreteria Tecnica della Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale), con la partecipazione di AIIT (Associazione Italiana per l'Ingegneria del Traffico e dei Trasporti), ed ha tra i suoi scopi quelli di:

- svolgere un'azione formativa dedicata a funzionari della Pubblica Amministrazione che hanno competenze in materia di sistema infrastrutturale, trasporti e sicurezza stradale
- sviluppare attività di ricerca, assistenza e servizio nel settore dei sistemi infrastrutturali e della mobilità e in quello della sicurezza stradale
- promuovere la costruzione di una cultura tecnica della sicurezza stradale coerente con gli indirizzi del Terzo Programma di Azione europeo per la Sicurezza Stradale e con le indicazioni del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale.

Come viene chiaramente indicato nel Programma di Azione Europeo per la Sicurezza Stradale, nella Direttiva Europea sulla Gestione Sicurezza Infrastrutture Stradali, nel Piano Nazionale della Sicurezza Stradale (PNSS) e nel 3° Programma attuativo, il presupposto di qualsivoglia politica di riduzione delle vittime degli incidenti stradali è costituito dallo sviluppo di una cultura della sicurezza stradale, che riguarda, in particolar modo, i decisori e i tecnici con responsabilità dirette in questa materia.
Molti Paesi, in particolare quelli che possono vantare i più elevati standard di sicurezza, effettuano rilevanti investimenti per migliorare la capacità complessiva di governo della sicurezza stradale da parte dei soggetti che possono contribuire a ridurre il numero delle vittime degli incidenti stradali.

In Italia, se si escludono poche iniziative volenterose, l'azione di formazione e addestramento appare decisamente sottodimensionata rispetto agli obiettivi comunitari, nazionali e regionali e, soprattutto, dove esiste, essa tende principalmente a rafforzare professionalità specifiche più che a sviluppare una capacità complessiva di governo e controllo sistemico del processo di miglioramento della sicurezza stradale.

I risultati di tale carenza si manifestano non tanto nella qualità della progettazione dei singoli interventi, che spesso è piuttosto alta, ma nella scarsa capacità di governare il sistema dei fattori che incidono sui livelli, sulla configurazione e sull'evoluzione della sicurezza stradale. Questa insufficiente capacità di governo costituisce uno dei principali fattori limitanti delle politiche nazionali, regionali e locali in materia di sicurezza stradale.

Tenendo conto della situazione sopra descritta, il LAGS ha proposto un'azione formativa con caratteristiche innovative ed avente una valenza sperimentale di una linea strategica del PNSS a livello nazionale.
Tale azione mira, infatti, a trasferire a quadri e dirigenti del sistema delle Amministrazioni Locali piemontesi, con responsabilità diretta in materia di sicurezza stradale, non già specifiche abilità tecniche, ma la capacità di:

- individuare i fattori che condizionano la sicurezza stradale, con riferimento agli aspetti infrastrutturali, economico-sociali e territoriali, normativi e tecnologici;
- comporre in modo equilibrato diverse abilità e competenze in una strategia complessiva di miglioramento della sicurezza stradale;
- gestire un'azione di monitoraggio e valutazione di efficacia che lo stesso PNSS indica come essenziali per un miglioramento stabile e rilevante della sicurezza stradale;
- trasmettere esperienze e abilità in un'ottica di "sistema" della sicurezza stradale.

Gli obiettivi formativi sopra detti vengono perseguiti:

a) realizzando un addestramento delle figure tecniche con responsabilità diretta in materia, integrato con un progetto di miglioramento della sicurezza stradale posto in essere dall'amministrazione locale;
b) trasmettendo e consolidando esperienze e abilità verso i soggetti che partecipano attivamente al processo di miglioramento della sicurezza stradale;
c) affiancando gli Enti Locali con un'opera di assistenza per la messa a punto delle loro proposte nell'ambito dei programmi di attuazione.

Nel periodo febbraio-ottobre 2008 viene data attuazione alla prima annualità del programma RoSaM, realizzando il **1° Corso di base**, denominato **RoSaM1**, che ha come scopo principalmente il raggiungimento degli obiettivi a) e b) sopra detti e che vede la partecipazione di venti funzionari e di alcuni giovani neo-laureati.

La docenza del Corso è stata scelta puntando alle migliori professionalità esistenti a livello nazionale ed internazionale, valorizzando nel contempo le professionalità presenti in loco e quelle provenienti dalla Regione Piemonte e dagli Enti Locali piemontesi. I docenti coinvolti appartengono alle seguenti tre tipologie:

a) responsabili di politiche di sicurezza stradale di livello comunitario, nazionale e di altre regioni (tra questi ricordiamo il Direttore Esecutivo del Centro Europeo per la Sicurezza dei Trasporti di Bruxelles che opera per la Commissione Europea, il Direttore Generale della Direzione Generale per la Sicurezza Stradale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, il responsabile delle iniziative per la sicurezza stradale del Ministero dell'Interno, i responsabili della sicurezza stradale delle Regioni Lombardia, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Sicilia, ecc.);

b) esperti di chiara fama con riconosciuti ruoli consulenziali nelle politiche nazionali, regionali e locali di sicurezza stradale (tra questi ricordiamo il responsabile della Segreteria Tecnica della Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale, il Presidente della AIIT, il consulente dell'ANCI per le problematiche afferenti alla sicurezza stradale, ecc.);

c) accademici che svolgono anche funzioni di alta consulenza presso la Pubblica Amministrazione.

L'efficacia del Corso ed il livello di soddisfacimento dei partecipanti sono stati continuamente monitorati mediante la somministrazione di questionari ai partecipanti. Parallelamente, vi è stata una valutazione del profitto dei partecipanti da parte della docenza, effettuata sulla base dei risultati di lavori di gruppo nei Laboratori e dei rapporti di sintesi finali presentati al Corso.

Il livello di gradimento espresso dai partecipanti nei confronti di questa prima iniziativa d'addestramento è stato molto alto, sia in termini di qualità globale (98% delle risposte si colloca tra buono e ottimo) sia del raggiungimento degli obiettivi e soddisfazione delle aspettative (96% delle risposte tra soddisfatti e

molto soddisfatti). Qualche criticità è emersa nella possibilità di trasferimento immediato dei contenuti appresi nella propria pratica lavorativa.

E' interessante osservare che il livello di gradimento del Corso è risultato tutt'altro che formale. Infatti, al momento dell'avvio della seconda annualità del programma triennale di formazione, i partecipanti al 1° Corso hanno vivamente sollecitato alla partecipazione i propri colleghi e le Amministrazioni di appartenenza, al punto che il 2° Corso ha avuto una partecipazione superiore di oltre il 30% rispetto a quella del corso precedente.

I benefici che, a nostro avviso, i partecipanti al Corso di base e le loro Amministrazioni possono avere tratto sono:

- accesso a strumenti e soluzioni tecniche e procedurali di provata efficacia;
- confronto diretto con altre esperienze;
- prospettive di promozione professionale su iniziativa dell'Amministrazione di appartenenza;
- per le Amministrazioni Locali, possibili punteggi aggiuntivi nelle procedure competitive regionali, a fronte di certificazione delle capacità acquisite dai propri partecipanti al Corso.

Nel 2009 viene data attuazione alla seconda annualità del programma di addestramento, che prevede un 2° Corso di base, denominato RoSaM2 e quattro Corsi Specialistici aventi lo scopo di trasferire, con un taglio molto operativo, conoscenze tecniche idonee a consentire un efficace controllo tecnico e amministrativo degli interventi di miglioramento della sicurezza stradale.

In relazione a questa scelta, nel mese di giugno 2009, viene svolto il **1° Corso Specialistico** su: *"La Gestione del Rischio Infrastrutturale"*, riservato ai partecipanti del 1° Corso di Base.

Questo corso specialistico esamina i passaggi chiave del governo della sicurezza stradale applicato in modo specifico ad una rete stradale (urbana o extraurbana), in relazione:

- agli indirizzi della Direttiva 2008/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali

- alle scelte normative, programmatorie e progettuali di maggior interesse realizzate in alcuni Paesi dell'Unione europea
- ad esperienze significative compiute nel nostro Paese.

Nel periodo maggio-ottobre 2009 viene svolto il **2° Corso di Base (RoSaM2)** , che vede, oltre al già citato incremento di iscritti di oltre il 30% rispetto a quelli del 1° Corso di Base, un livello di gradimento, espresso dai partecipanti, superiore a quello già molto alto del 1° Corso. Infatti, il 99% reputa la qualità globale buona o ottima ed il 98% è soddisfatto o molto soddisfatto del raggiungimento degli obiettivi e soddisfazione delle aspettative. Permane ancora qualche criticità nella possibilità di trasferimento immediato dei contenuti appresi nella propria pratica lavorativa.

Nel periodo dicembre 2009-febbraio 2010 vengono realizzati i restanti tre corsi specialistici.

Il **2° Corso Specialistico** è dedicato a "Le Rotatorie di Seconda Generazione". L'obiettivo del Corso è duplice: da una parte, rendere disponibili gli strumenti operativi fondamentali per un efficace trattamento delle intersezioni, che concili le esigenze di funzionalità e di sicurezza stradale delle diverse componenti della mobilità, dall'altra, favorire una convergenza verso valutazioni, tecniche e modalità operative condivise, la cui efficacia sia stata accuratamente valutata.

Il **3° Corso Specialistico** si occupa di "Le Isole Ambientali (Zone a 30 km/h)". Il corso ha esaminato i fattori fondamentali del processo di riorganizzazione della disciplina generale del traffico in funzione di una maggiore attenzione alle esigenze della mobilità non motorizzata (pedoni e ciclisti) e degli utenti deboli. In questa logica, le zone a 30 km/h sono state viste come uno strumento a supporto di una strategia generale della mobilità che punta a combinare nel modo complessivamente più efficace anche altri obiettivi, quali: migliorare la funzionalità generale della mobilità urbana e la sicurezza stradale per tutte le componenti di mobilità, ridurre l'impatto ambientale del traffico, valorizzare la qualità urbana e architettonica, oltre che le attività economico-sociali.

Il **4° Corso Specialistico** si svolge attorno al Seminario "Le Valutazioni Costi/Efficacia come Strumento di Verifica e Indirizzo degli Investimenti in Infrastrutture Viarie". Questo Seminario propone una riflessione ed alcuni spunti operativi sull'uso dell'analisi costi/efficacia come strumento per verificare i benefici sociali ed economici degli investimenti pubblici, indirizzare le decisioni di investimento e fornire un'informazione completa ai cittadini ed alle rappresentanze economiche e sociali, garantendo loro il diritto a conoscere le scelte operate dall'Amministrazione ed i risultati effettivamente raggiunti.
L'obiettivo principale del Seminario è quello di diffondere una cultura della verifica dell'efficacia della spesa pubblica, utilizzando come caso di studio quello delle intersezioni a rotatoria.
Il Seminario, i cui lavori, assieme a quelli del 2° Corso Specialistico, stanno alla base di questo Dossier, vede la presentazione di quattro casi di studio piemontesi con prime valutazioni e considerazioni sulle azioni da realizzare per consentire un adeguato monitoraggio dell'efficacia degli investimenti pubblici nel campo dei sistemi infrastrutturali (e delle rotatorie, in particolare). Il Seminario si conclude con una Tavola Rotonda avente l'obiettivo di consentire il confronto dei punti di vista, delle strategie e dei metodi di diversi attori della sicurezza stradale in Italia, ma anche l'avvio di un sistema di monitoraggio sistematico ed affidabile dell'efficacia degli investimenti pubblici in sicurezza stradale.

Terminiamo questa breve nota sull'esperienza formativa RoSaM sottolineando che l'azione di addestramento avviata due anni fa non può naturalmente considerarsi conclusa. Occorrerebbe, invece, che venisse continuata ed ulteriormente rafforzata, partendo dai risultati finora conseguiti, risultati che sono stati riconosciuti molto soddisfacenti non solo dai partecipanti, ma anche da esperti, dirigenti e quadri dell'Amministrazione pubblica del Piemonte e di altre Regioni italiane e dai responsabili di politiche di sicurezza stradale a livello comunitario e nazionale.

In particolare, a livello piemontese (ma quanto diciamo può valere naturalmente per qualunque amministrazione regionale e locale), sarebbe opportuno dare alla formazione in sicurezza stradale dei responsabili delle Amministrazioni Locali un carattere di addestramento permanente. In particolare, per le Amministrazioni che hanno già partecipato a precedenti corsi di base, occorrerebbe fornire loro la possibilità di acquisire i necessari approfondimen-

ti su strumenti e procedure di sicurezza stradale, nell'ottica di un continuo aggiornamento su tecniche, normative e analisi in questo delicato e strategico settore. Quanto sopra potrebbe essere realizzato attraverso la predisposizione di nuovi corsi specialistici, su tematiche e con modalità individuate e condivise con le Amministrazioni partecipanti.
Per le rimanenti Amministrazioni, occorrerebbe creare le condizioni affinché una parte significativa dei loro responsabili di sicurezza stradale, sia funzionari sia dirigenti, possa avere l'opportunità di partecipare a quella ormai irrinunciabile attività di addestramento e di aggiornamento in sicurezza stradale che caratterizza i Paesi socialmente più evoluti.
Occorrerebbe, inoltre, avviare un'azione di affiancamento delle Amministrazioni Locali mediante una idonea opera di supporto ed assistenza per la messa a punto delle loro proposte nell'ambito di programmi di attuazione di sicurezza stradale.

In conclusione, riteniamo che uno dei principali risultati di questa prima fase delle attività di aggiornamento realizzate in Piemonte sia la costruzione di un gruppo di esperti (i partecipanti ai vari corsi), insediati nelle diverse Amministrazioni Locali, sul quale la Regione, se lo ritiene opportuno, potrà fare riferimento, alla stregua di un proprio organo consultivo, per la definizione di piani e programmi di sicurezza stradale, aventi caratteristiche analoghe a quelle delle migliori pratiche presenti a livello nazionale ed internazionale.

L'IMPEGNO DELLA CONSULTA NAZIONALE SULLA SICUREZZA STRADALE PER L'EFFICACIA DELLA SPESA E L'INFORMAZIONE ALLE RAPPRESENTANZE SOCIALI ED ECONOMICHE

Silvano Miniati

Coordinatore della Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale

La partecipazione al seminario *"Le valutazioni costi/efficacia come strumento di verifica e indirizzo degli investimenti in infrastrutture viarie. Caso di studio: le intersezioni a rotatoria e la sicurezza stradale"* rappresenta per me un'occasione importante per un confronto ravvicinato con tecnici e operatori che dei problemi della sicurezza stradale discutono normalmente secondo un'ottica del tutto particolare.

Mi riferisco infatti a tutti coloro che dovendosi misurare in concreto con i problemi dei quali troppo spesso si discute in convegni e tavole rotonde collocati abbastanza lontani dalla realtà non possono lasciare troppo spazio ai giri di parole.

L'esperienza insegna infatti che le teorie sono molto importanti e spesso decisive ma che se non misurate con la realtà rischiano di rimanere fini a se stesse.

La convinzione, molto condivisa a parole e altrettanto negata nelle scelte concrete, è che quando si tratta di politiche di sicurezza stradale è non solo più giusto ma anche economicamente più conveniente prevenire anziché accollarsi poi gli oneri dei mancati interventi preventivi.

I costi sociali dell'incidentalità appaiono infatti ogni giorno più insopportabili e non solo perché sempre più alti.

Costi materiali e umani che incidono sui bilanci delle istituzioni ma anche su quelli delle famiglie.

Costi che possono essere aggrediti soltanto attraverso una politica che, investendo risorse adeguate, punti ad una drastica riduzione del numero e della gravità degli incidenti.

Una politica per la sicurezza, per essere davvero efficace, deve poter contare su una chiara inversione di tendenza nei comportamenti dei decisori politici. Necessita prima di tutto una visione generale che tenga conto che il diritto a una mobilità efficace e sicura è scelta che non solo dovrebbe portare inevitabilmente al rifiuto di "provvedimenti tampone" condizionati spesso da logiche emergenziali, ma anche alla consapevolezza che esistono altri diritti come quelli ad un'aria respirabile e a un ambiente sano, che vanno difesi e rispettati. Occorre quindi capire che bisogna investire molto di più rispetto al passato.

Per venire all'argomento rotonde sul quale siamo chiamati a confrontarci in questa sede, vorrei ricordare che negli ultimi anni di rotonde ne sono state realizzate un numero ragguardevole. Molte rispetto al passato, molto poche rispetto a quanto avvenuto ad esempio in altri paesi europei.

Delle rotonde realizzate si sa davvero troppo poco. Non sempre esiste una valutazione di come era la situazione dalla quale si è partiti per deciderne la realizzazione. Numero e gravità degli incidenti, tempi di percorrenza, il tutto molte volte è rimasto sullo sfondo. Non disponendo di una valutazione esatta di quale fosse il costo sociale prima della realizzazione della rotonda rimane difficile valutare il rapporto costi benefici e quindi rendersi conto a pieno se la produttività sociale di una spesa sia stata positiva o negativa, anche se già confrontando il numero e la gravità degli incidenti prima e dopo si può avere un'idea della validità delle scelte compiute.

Quello che intendo rilevare è che purtroppo è invalsa l'abitudine a parlare molto di interventi prima che vengano realizzati e molto meno di come e in quanto tempo vengano realizzati, con quali costi finali ben sapendo che quasi mai esiste un rapporto accettabile tra costi preventivati e costi reali.

Ancora più preoccupante è che non esista un monitoraggio soddisfacente sul funzionamento delle rotonde una volta realizzate. Le rotonde non sono tutte uguali, se è vero che alcune ad esempio sono difficilmente accessibili per i ciclisti e che non sempre sono state progettate tenendo conto dei problemi di sicurezza dell'utenza debole.

Questa mancanza di monitoraggio rende difficile anche la circolazione e socializzazione delle esperienze, per cui un comune o un'amministrazione provinciale si sentono soli ad affrontare problemi che magari in altri comuni e province sono stati positivamente risolti.

Dalle mie abbastanza scarse conoscenze ho ricavato la convinzione che voi siate tra coloro che hanno realizzato o contribuito a realizzare esperienze positive e che cercano con fatica di inserirsi in una rete di rapporti e comunicazioni nella quale immettere le loro esperienze quotidiane e di riceverne in cambio nuovi stimoli e nuovi input ad operare sempre meglio.

In questi giorni si discute molto dello stato davvero preoccupante delle nostre strutture stradali e ferroviarie. Esiste il rischio concreto che ancora una volta si ritenga che l'opera faraonica sia più utile dei tanti interventi magari di importanza più limitata.

Credo che saremo tutti aiutati ad affrontare correttamente i tanti problemi da risolvere se non ci rassegneremo al ruolo dell'Italia come cenerentola per quanto riguarda traffico e sicurezza stradale e sapremo tenere conto che la mobilità, anche quella delle merci, deve essere considerata al servizio dei cittadini. Partire dal diritto alla mobilità dei cittadini è quindi condizione indispensabile per una moderna politica della sicurezza.

Noi come Consulta Nazionale per la Sicurezza Stradale cercheremo di fare la nostra parte e lo potremo fare se con il contributo di tutti riusciremo a far sì che presso il Cnel diventi possibile realizzare sedi e strumenti che permettano di valutare correttamente le varie esperienze per rilanciare quelle che tutti assieme riterremo le più positive.

L'impegno che posso assumere con tutti voi è quello di fare sì che la Consulta Nazionale per la Sicurezza Stradale si impegni ad utilizzare al meglio la vostra esperienza, per metterla a disposizione di chiunque intenda operare per dotare il nostro Paese di un patrimonio di tecnici e operatori per la sicurezza, senza il quale, a ben vedere, ogni buon proposito rischia di dimostrarsi del tutto vano.

Grazie quindi per l'ospitalità e per il contributo che state fornendo per i futuri momenti di approfondimento e di proposta.

INTRODUZIONE ALL'ANALISI COSTI/EFFICACIA APPLICATA ALLE INFRASTRUTTURE VIARIE

Stefano Giovenali

Presidente della Associazione degli Ingegneri del Traffico e dei Trasporti – AIIT
Coordinatore per lo sviluppo operativo del LAGS

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

LE VALUTAZIONI COSTI/EFFICACIA COME STRUMENTO DI VERIFICA E INDIRIZZO DEGLI INVESTIMENTI IN INFRASTRUTTURE VIARIE

CASO DI STUDIO: LE INTERSEZIONI A ROTATORIA E LA SICUREZZASTRADALE

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

La scelta dell'allocazione delle risorse per la sicurezza stradale troppo spesso appare essere più di natura emotiva, che costruita su dati, analisi e valutazioni.

La scarsità delle risorse impone maggiori e più stringenti valutazioni sull'efficacia delle azioni con analisi "prima e dopo"

I diversi attori che impegnano le scarse risorse economiche per il migliormanto della sicurezza non hanno a disposizione un quadro di riferimento complessivo

Ciacuno opera scelte diverse sia sulle situazioni su cui intervenire sia , a parità di situazione, sulle modalità di intervento
Con risultati e costi diversi

Non esiste un quadro complessivo degli interventi, dei risultati attesi, di quelli ottenuti e dei costi

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Progetto europeo Rosebud (2005)
(Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making).

Rosebud ha intervistato amministratori, dirigenti e tecnici relativamente ai metodi con cui vengono prese le decisioni riguardanti gli interventi sulla sicurezza stradale.

L'intervista era finalizzata ad acquisire informazioni sull'utilizzo dei metodi per la valutazione degli impatti e per la definizione delle priorità negli interventi per la sicurezza stradale

Risultati indagine
Il 29% utilizza metodologie di analisi per valutare le misure di sicurezza stradale da realizzare

Motivazione del non uso:
carenza di dati attendibili sull'incidentalità (19%) e sugli effetti degli interventi (28%).

Il 72% degli intervistati ha dichiarato che la mancanza di una chiara responsabilità su chi debba effettuare tali analisi rappresenta, ad oggi, uno dei principali ostacoli alla applicazione delle analisi costi-benefici e costi-efficacia.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

In Norvegia, e Germania il 56-57%,degli interventi è corredato di analisi di valutazione degli interventi avvalendosi di metodi analitici,
In Olanda 90%

Inoltre, per nessuno degli intervistati di questi paesi la mancanza di una chiara responsabilità su chi debba effettuare tali analisi, rappresenta un limite per la loro applicabilità.

L'analisi costi-benefici è uno strumento di calcolo che consiste nello scegliere, tra i diversi progetti alternativi, quello che rende massima la differenza tra benefici e costi, quello che da il beneficio netto complessivo più alto.

L'analisi costi-efficacia consente invece di scegliere l'investimento a minimo costo capace di garantire che le esigenze dei beneficiari siano soddisfatte almeno fino ad un dato livello. Il vincolo sul soddisfacimento delle esigenze dei beneficiari prende dunque il posto della funzione del beneficio che non compare più nell'obiettivo.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

L'analisi costi-efficacia, non intende valutare la convenienza sociale di un progetto ma, semplicemente, posto un obiettivo considerato assolutamente prioritario, individua la soluzione che, a parità di efficacia, minimizza il valore attuale dei costi o il programma più efficace per un dato costo.

Per tale motivo l'analisi costi efficacia ha trovato ampio utilizzo come strumento di valutazione delle politiche pubbliche soprattutto nel mondo anglosassone, in particolare nei settori della sanità, sicurezza stradale e difesa nazionale

Un tentativo pilota di applicazione delle valutazioni costi efficacia come strumento di verifica e indirizzo degli investimenti nella sicurezza stradale

Le intersezioni a rotatoria

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Le ragione della scelta del caso pilota:

Nel PNSS, le Amministrazioni Locali hanno presentato molte richieste di finanziamento

In generale è uno degli interventi maggiormente ricorrente

Le rotatorie appaiono di facile realizzazione anche per risolvere intersezioni complesse

Si prestano ad interventi di riqualificazione urbana

Esiste anche una moda nelle tecniche di regolazione del traffico

Nella letteratura tecnica la regolazione delle intersezioni a rotatoria è indicata come uno degli strumenti maggiormente efficaci anche sulla rete principale per la moderazione delle velocità e come strumento per la riduzione degli incidenti e delle loro conseguenze

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

La regolazione delle intersezioni a rotatoria rappresenta un caso complesso per la valutazione dell'efficacia

Le rotatorie si classificano in base alla dimensione, al numero di corsie e all'ambito urbanistico in cui sono inserite, possono essere definite sei differenti categorie:

- **Mini rotatoria**
- **Rotatoria compatta urbana**
- **Rotatoria urbana a singola corsia**
- **Rotatoria urbana a doppia corsia**
- **Rotatoria extraurbana a singola corsia**
- **Rotatoria extraurbana a doppia corsia**

Le condizioni di traffico

Le componenti presenti: pedoni, cicli, trasporto pubblico, veicoli pesanti

La rispondenza delle realizzazioni antecedenti alla normativa per le intersezioni stradali (24/07/2006)

Le norme stesse (per le rotatorie con diametro della cIrconferenza esterna fino a 50m) appaiono deboli e non sufficienti a garantire una corretta progettazione

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Anche le nuove realizzazioni risultano talora difformi come geometria o per tipologia delle strade afferenti o per volumi di traffico che insistono sull'intersezione o ancora per la segnaletica adottata

In definitiva nella valutazione dell'efficacia è implicita una verifica anche della corretta attuazione dell'intervento

La realizzazione delle intersezioni a rotatoria è contemplata dal par. 4.5 delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", approvate con Decreto 19 aprile 2006 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. n. 170 del 24.07.2006). Trattandosi di intersezioni a raso, tale realizzazione non può essere indiscriminata, ma limitarsi alle tipologie di strade elencate nella Figura n. 3 - par. 3. Essa è pertanto ammessa solo tra strade ad unica carreggiata, e cioè extraurbane secondarie, strade locali extraurbane e urbane, e strade urbane di quartiere; è esclusa per strade a due carreggiate, e cioè autostrade, strade extraurbane principali e strade urbane di scorrimento. La circolazione sull'anello deve essere organizzata sempre su una sola corsia (e deve conseguentemente svolgersi in accodamento), come indicato nella Tabella n. 6 -par. 4.5.2. **La larghezza dell'unica corsia, appositamente prevista per consentire l'inserimento dei complessi formati da motrice e rimorchio, non giustifica la circolazione in affiancamento, né è prevista dalle norme citate la presenza di più di una corsia. In base al diametro della circonferenza esterna,** si distinguono rotatorie convenzionali (tra 40 e 50 m), compatte (tra 25 e 40 m) e mini-rotatorie (tra 14 e 25 m); per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie di ìintersezioni a rotatoriaî descritte dal par. 4.5.1 delle suddette norme, le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

In molti casi i risultai attesi di riduzione di indice di lesività non vengono riscontrati:

La rotatoria non è la soluzione giusta
Inadeguatezza o mancanza di programmazione e di analisi di efficacia in fase di progettazione

La rotatoria è la soluzione giusta
Analisi di efficacia in fase di progettazione lo attestano
La progettazione è inadeguata

Per quanto riguarda le fasi di analisi del progetto esistono in letteratura diversi modelli per valutare l'effetto del progetto in termini di incidentalità

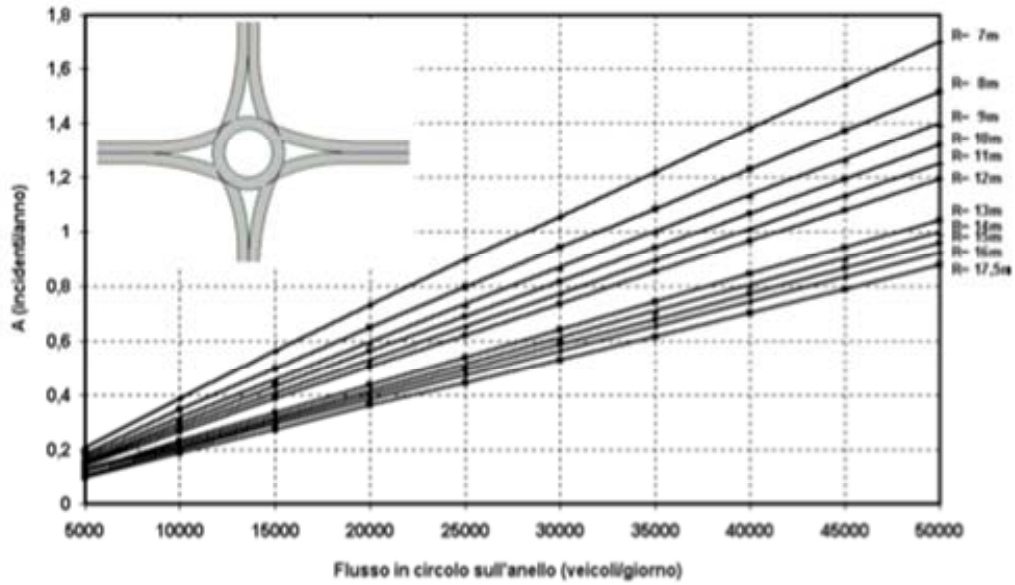
Maycock ed Hall 1985 (sperimentale)
Flussi entranti, uscenti, dimensioni: entrata, anello

Kennedy, Hall e Barnard 1997 (sperimentale)

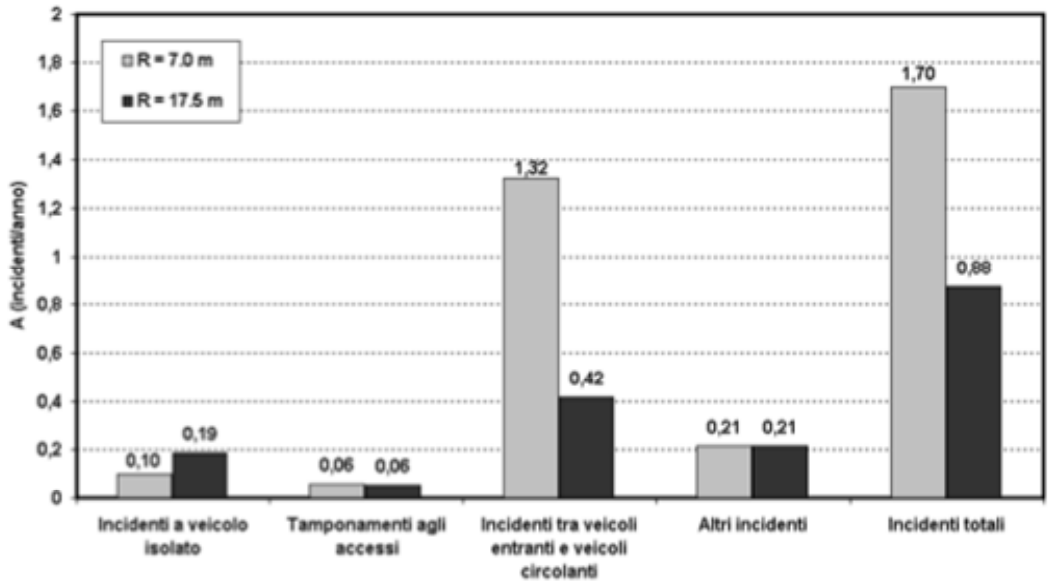
Arndt 1995 (teorico)
Geometrie, traiettorie, flussi veicolari velocità operative

Leonardi, Pappalardo 2003 (teorico)

INCIDENTI (A) PREVISTI SU MINI-ROTATORIE IN FUNZIONE DEL RAGGIO ESTERNO
(V=40 Km/h - 1 corsia sulla corona giratoria)



Stima degli incidenti per due mini-rotatorie a raggio differente



La traccia per la rilevazione delle rotatorie proposta per il caso pilota

INFORMAZIONI DI CONTESTO

Esistenza rilievi del traffico
Uso modell di simulazione e previsione del traffico

Esistenza di:
PUT / PTVE
Classifica funzionale della rete viaria e regolamento viario
Programma di interventi prioritari sulle intersezioni

La traccia per la rilevazione delle rotatorie proposta per il caso pilota

INTERSEZIONE A ROTATORIA SU STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE

Previsione in strumenti di pianificazione (PRG, PP, PUT, PUM, PTVE, …)
Presenza di studi e previsioni specifiche di evoluzione del traffico
Partecipazione della cittadinanza
Classificazione funzionale delle strade afferenti all'intersezione

Dopo l'entrata in esercizio della rotatoria monitoraggio:
dell'incidentalità stradale, dei flussi di traffico, della velocità dei veicoli

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

La traccia per la rilevazione delle rotatorie proposta per il caso pilota

INTERSEZIONE A ROTATORIA SU STRADE ESISTENTI
Previsione in strumenti di pianificazione (PRG, PP, PUT, PUM, PTVE, ...)
Le conoscenze e le motivazioni che hanno determinato l'intervento
Esigenze di deroga alla normativa vigente
Partecipazione della cittadinanza
Presenza di uno studio sull'incidentalità pregressa e sui flussi di traffico presistenti
Classificazione funzionale delle strade afferenti all'intersezione

Dopo l'entrata in esercizio della rotatoria monitoraggio: dell'incidentalità stradale, dei flussi di traffico, della velocità dei veicoli

La traccia per la rilevazione delle rotatorie proposta per il caso pilota

DOCUMENTAZIONE TECNICA
Planimetria schematica
Fotografia zenitale dell'area
Costi di realizzazione, costi di manutenzione, valore dei benefici
Dimensioni fondamentali: raggio del ciglio esterno della corona rotatoria, raggio del ciglio dell'isola centrale, larghezza corsie nella corona, larghezza dei bracci di ingresso, numero corsie dei bracci di ingresso, larghezza dei bracci di uscita, numero corsie dei bracci di uscita, illuminazione.
Presenza di: attraversamenti pedonali, piste ciclabili
Descrizione o schema grafico ed elemnti di arredo dell'isola centrale lastricatura, sistemazioni averde, manufatti in pietra, cemento, acciaio

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Il valore di progetto pilota è nel definire un metodo e nel verificarne la fattibilità correggendo quanto necessario più ancora che nei risultati specifici ottenuti

Il metodo va poi applicato con sistematicità all'interno di una procedura condivisa con le Amministrazioni, che dal costo di un lavoro aggiuntivo traggono gli strumenti per migliorare l'azione di contrasto all'incidentalità stradale finalizzando meglio i progetti e le risorse

FORMARE, EDUCARE, DIFFONDERE LE BUONE PRATICHE: SCUOLA DI FORMAZIONE NAZIONALE PER LA SICUREZZA STRADALE

Giuseppe Guccione

Presidente della Fondazione Luigi Guccione ONLUS

Rotatorie alla francese, alla calabrese, alla piemontese, all'aquilana (terremotate), alla roccacannuccese. E chi più ne ha, più ne metta!
In Italia ce n'è per tutti i gusti: a due, a tre, a quattro corsie interne, con chicane, addirittura con parcheggi all'interno, con vista a fronte e senza vista, con monumenti di aspiranti artisti alla loro sommità.
L'Italia delle 100 città e delle mille ed una (tipologia) di rotatorie!
Il problema è non solo dire agli italiani (tecnici in primo luogo, ma anche ad amministratori pubblici modaioli) come e quando costruirle ma anche come starci dentro: come e quando entrarci e come e quando uscirne. E' un problema di cultura ed educazione.

La scuola e la formazione si sa fanno difetto nel nostro Stato: vengono poco coltivate e curate. E si vede non solo sulle strade.
Per questo è encomiabile che la Regione Piemonte abbia messo su una scuola di formazione per la sicurezza stradale ed abbia tenuto un seminario tematico per tecnici ed amministratori che ha un duplice scopo. Promuovere tra di loro uno scambio delle loro conoscenze e competenze consolidate che hanno sempre bisogno di essere "smontate" e rimontate per non farle arrugginire dalle convinzioni personali.
E dall'altro far nascere fra loro quella cultura condivisa (tecnica soprattutto) su come e quando è necessario ed utile fare le rotatorie a Torino come a Roccasecca!
E' vero che i morti all'interno delle rotatorie sono relativamente pochi (2/3% sul totale) ma salvare una vita è sempre importante. E poi è importante perché investiamo danari pubblici e dobbiamo impegnarci perché quell'investimento non produca invece danni o ulteriori pericoli per la circolazione come avviene purtroppo nella tante rotatorie bizzarre in giro per il Bel Paese.

Ma l'esperienza piemontese ha un rischio – perché esposta ad eventuale scarso interesse politico, mancanza di soldi, ecc. – può essere un sogno di una notte di mezza estate: è lasciata al *buon cuore* degli amministratori, ai volenterosi tecnici, agli esperti che vengono da "fuori".
Sappiamo che anche se c'è una legge per il diritto allo studio nazionale molte sono le crepe per un'effettiva scolarizzazione di massa ancora nel 2010 in Italia. Figuriamoci, quindi, se parliamo di educazione sicurezza stradale che

una legge dello Stato – la 282/1992, all'art. 230 declina come obbligatorio l'insegnamento della sicurezza stradale nelle scuole di ogni ordine e grado – è del tutto ignorata da 18 anni!

E nonostante il Piano Nazionale della Sicurezza Stradale "*...ribadisce la centralità dell'azione di* ***costruzione di una nuova cultura della sicurezza stradale****, quale condizione essenziale per conseguire un efficace rafforzamento delle strutture tecniche e professionali, una più ampia cooperazione tra i diversi settori e livelli della pubblica amministrazione competenti in materia di sicurezza stradale*..."

Per ridurre le vittime ed i feriti da incidente stradale bisognerebbe dunque sviluppare e radicare - tra i cittadini, in particolare tra quelli impegnati nel sistema formativo (docenti, in primo luogo), ma anche tra i tecnici, i dirigenti, i decisori pubblici e privati con competenze e responsabilità nel campo della sicurezza stradale e della mobilità – quella cultura della sicurezza che il Piano nazionale per la sicurezza stradale e il Testo Unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro indicano come imprescindibile (sappiamo che il 50% dei morti sui luoghi di lavoro avviene sulle strade).

E come sarebbe possibile tutto ciò? Attraverso il volontariato o l'azione di singole persone? No. Sviluppando una cultura della sicurezza stradale come agire etico, come responsabilità sociale delle persone e degli Enti impegnati nel settore pubblico, in quello privato e nell'associazionismo diffuso per realizzare uno strumento efficace e strutturato che sappia coinvolgere tutti gli "interessi" del settore.

Si sente sempre più il bisogno di un Centro di alta formazione nazionale radicato nelle realtà regionali per una nuova cultura della sicurezza stradale, **Educare formando** – anche attraverso l'utilizzazione dei moderni strumenti dell'ICT e dell'Hi- Mobile – alla sicurezza ed alla legalità sulla strada e sui luoghi di lavoro.

Un **Centro di educazione permanente (Scuola di Alta Formazione)** per la formazione formatori (insegnanti delle scuole di ogni ordine e grado) e per la formazione degli operatori e gestori delle attività connesse alla sicurezza stradale e sui luoghi di lavoro ed alla mobilità (imprese e sindacati, patronati, discoteche e locali della somministrazione, scuole guida, polizie locali e na-

zionali, Trasporto Pubblico Locale, ecc.), dirigenti ed amministratori di Enti Locali: non solo per i contenuti tecnici di "mestiere".
Un approccio olistico e moderno della formazione per realizzare quella cultura di governo della sicurezza sui luoghi di lavoro e sulla strada che oggi manca in Italia.

Parte seconda
QUATTRO CASI DI STUDIO

LA PROVINCIA DI TORINO

Giovanna Lenti

Responsabile dell'Osservatorio sulla Sicurezza Stradale
della provincia di Torino

IL TERRITORIO

La Provincia di Torino è composta da 315 comuni dei quali 30 con più di 10.000 abitanti.

Le strade extraurbane rimaste in gestione all'ANAS sono soltanto 2, tutte le altre sono state trasferite alla Provincia, per un totale di 3.084 chilometri.

La suddivisione di questa estesa totale si riassume nel modo seguente :

2.612 *km SU 268 STRADE STORICHE*

472 *km SU 19 EX STATALI O REGIONALI*

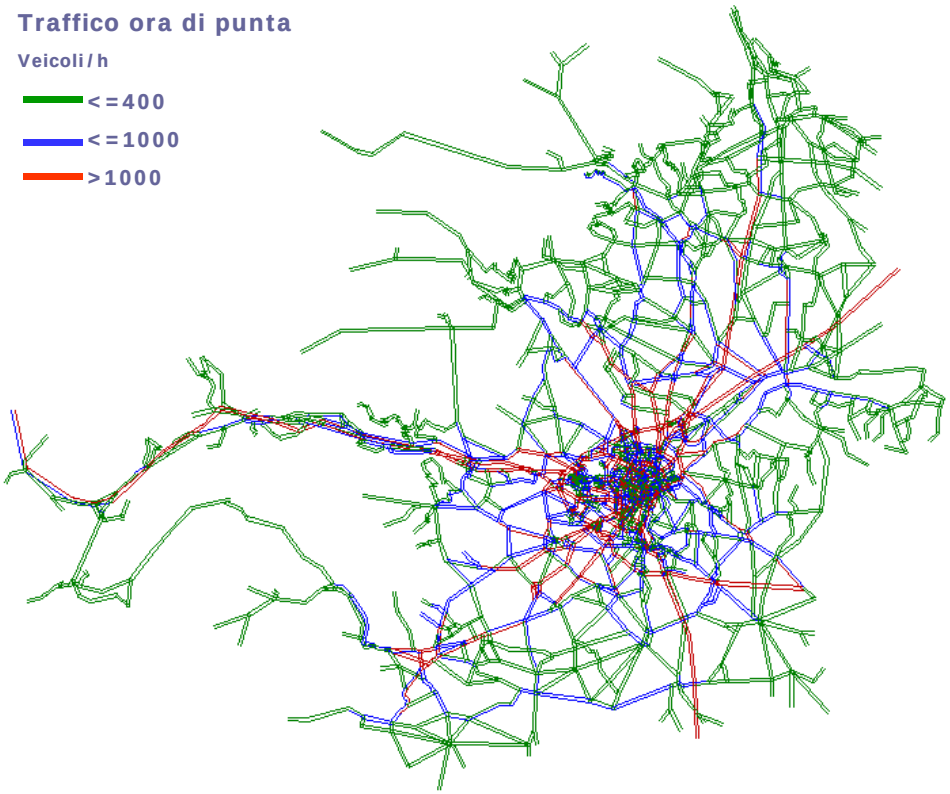
3.084 km strade extraurbane in gestione

Nella figura a fianco sono evidenziate in blù le strade storiche ed in rosso le ex statali o regionali.

Queste ultime, come evidente, sono le principali direttrici del territorio; esse sono le arterie portanti della rete di pianura e delle valli più importanti per numero abitanti e realtà socio-produttive (valli del Pinerolese, di Lanzo e del Canavese).

Con la realizzazione del progetto pilota Timoteo per il monitoraggio e la riduzione dell'incidentalità nella Provincia di Torino, iniziato nel 2004, l'Ente si è dotato di uno strumento di simulazione dei volumi di traffico sulla rete extraurbana.

Il grafo seguente sintetizza la situazione : in linea di massima, i volumi di traffico più elevati si riscontrano nelle strade ex statali o regionali, in pianura, ma anche molti altri archi della rete sono interessati.



L' INCIDENTALITA'

OSSERVATORIO PROVINCIALE INCIDENTALITA' PROVINCIA DI TORINO

Il **Centro di Monitoraggio Provinciale** studia del fenomeno incidentalità sul territorio provinciale utilizzando i dati che l'Osservatorio provinciale incidentalità riceve dalle forze dell'ordine dal 2003.

Dal 2003 al 2008 è stata in vigore una convenzione tra Provincia di Torino e ISTAT per la raccolta, controllo ed invio ad ISTAT dei dati comunicati da Polizia Municipale e Carabinieri su tutto il territorio provinciale; essi sono stati integrati annualmente dai dati della Polizia Stradale, la cui trasmissione ad ISTAT avviene in modo diretto.

Dal 2009 è attivo il Centro di Monitoraggio Regionale che si occupa della raccolta dei dati a livello regionale, in seguito alla firma di un protocollo a livello nazionale con ISTAT, Ministeri dell'interno, della difesa e dei trasporti, Conferenza delle Regioni, UPI e ANCI. Esso si avvale della collaborazione dei Centri di Monitoraggio Provinciali per la verifica della qualità e completezza dei dati ricevuti. I dati sono trasmessi e disponibili on line agli operatori delle province che li possono scaricare per aggiornare la propia banca dati.

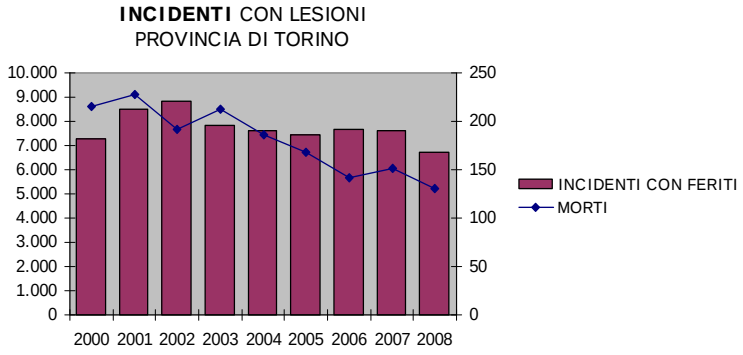
L'osservatorio dispone quindi di una **base dati consistente e consolidata**, nella quale sono confluiti, in questi anni, anche i dati dei sinistri senza feriti trasmessi dalle Polizie Municipali dei principali comuni della prima e seconda cintura di Torino che hanno aderito al progetto Timoteo.

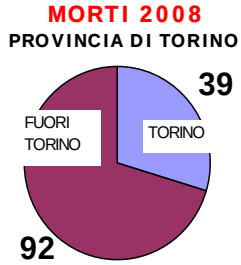
Queste informazioni, numericamente molto superiori a quelle richieste da ISTAT, sono utilizzate dalla Provincia per i progetti di sicurezza stradale realizzati, sia in ambito infrastrutturale che in azioni di diffusione della cultura della sicurezza e della mobilità sostenibile.

Il dato di incidentalità nella provincia di Torino la pone ad un **livello medio** nel panorama delle province italiane, con un **trend positivo**, sebbene numericamente limitato.

Nei grafici seguenti si evidenzia che la maggior parte degli incidenti con feriti si registra nel capoluogo, mentre non altrettanto si può dire per il numero di morti.

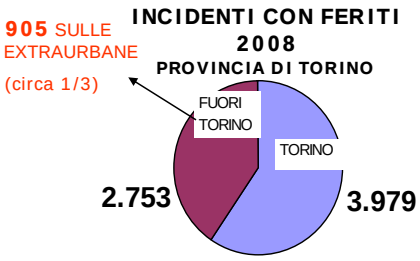
A titolo di esempio vengono riportati i dati del 2008, ma le proporzioni si ripetono pressochè costanti ogni anno.



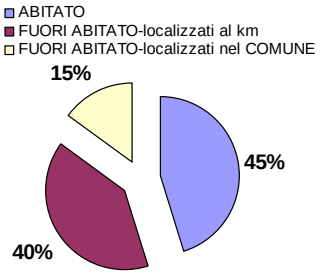


Togliendo gli incidenti nel capoluogo, tra i rimanenti quelli sulle strade extraurbane, fuori dall'abitato, sono circa **un terzo**; questo dato conferma che i volumi maggiori di incidentalità sono nei centri abitati. Non si può dire altrettanto della **gravità.**

Per utilizzare al meglio la banca dati incidenti è necessario poter **georiferire** con la massima precisione possibile gli eventi incidentali. Questo è possibile, quasi sempre, per l'abitato, in quanto i rilevatori indicano il luogo con il nome della via ed il numero civico; per le strade extraurbane questa operazione è molto più difficoltosa e talvolta impossibile perché la qualità del dato trasmesso, che dovrebbe essere un nome di strada ed un chilometro con ettometrica, è molto più bassa. Infatti vengono sempre comunicati il nome del comune dove è avvenuto l'incidente ed il nome della strada, ma il punto esatto, molte volte, manca o è errato.



EXTRAURBANE 2008	INCIDENTI	PERCENTUALE	
NELL'ABITATO	409	45%	
FUORI ABITATO	***360***	***40%***	LOCALIZZATI AL km
	136	***15%***	LOCALIZZATI NELLA TRATTA COMUNALE
TOTALI	**905**	100%	



Come evidenzia il grafico, il 15% dei sinistri su extraurbane è localizzato solo come tratta comunale e non nel punto preciso.

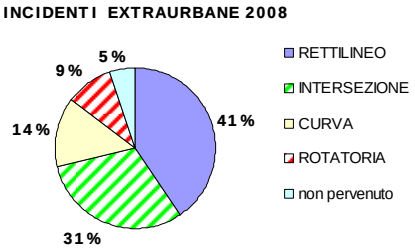
L'esperienza sviluppata in questi anni dall'Osservatorio provinciale porta a concludere che, fino ad oggi, si è riusciti a georiferire ogni ogni anno circa **l'80% degli incidenti trasmessi** dalle forze dell'ordine.

I nuovi strumenti informatici messi a disposizione dal centro regionale dispongono di una funzione di localizzazione su mappa a disposizione del rilevatore e questo forse porterà ad un miglioramento; per il 2009 tuttavia circa il 30% soltanto degli incidenti sono stati georiferiti dai rilevatori su mappa.

Il grafico seguente evidenzia la tipologia del luogo dove avvengono gli incidenti in ambito extraurbano. Si nota che la maggior parte avvengono in rettilineo e al secondo posto vi sono le intersezioni, per un 31%.

Un dato inaspettato è il **9% in rotatoria**, considerando che questa infrastruttura dovrebbe avere tutte le caratteristiche per fungere da luogo "sicuro", e per tale scopo principale viene realizzata.

INCIDENTI 2008 EXTRAURBANE		
RETTILINEO	366	40%
INTERSEZIONE	280	31%
CURVA	126	14%
ROTATORIA	**85**	9%
non pervenuto	48	5%
totale	***905***	***100%***



INCIDENTI NELLE INTERSEZIONI

Consideriamo gli incidenti degli ultimi **4 anni** avvenuti in rotatoria e quelli in altre intersezioni, sia in ambito urbano che extraurbano.

2005-2008	incidenti	morti	feriti	morti ogni 1000 vittime
AREA INTERSEZIONE	15.878	178	24.455	7,23
ROTATORIA	889	15	1.220	12,15

L'indice di mortalità risulta molto più alto nelle rotatorie, ed è anche molto più alto di quello di altri paesi europei come ad esempio l'Inghilterra, dove vale circa 4.

La Provincia di Torino ha iniziato una consistente e progressiva realizzazione di rotatorie a partire dall'anno 2000. Il censimento preciso è molto difficoltoso, ma una stima affidabile indica in circa **250 le rotatorie** attualmente presenti **sulla rete extraurbana**; tra di esse ve ne sono anche alcune realizzate dai comuni nelle vicinanze del centro abitato o da altri Enti, come ad esempio il gestore delle Autostrade, nelle vicinanze degli svincoli autostradali.

ANNO	incidenti IN ROTATORIA
05	188
06	252
07	234
08	215

Il numero è andato aumentando progressivamente negli anni fino ad assumere un numero consistente nel 2006 (anche in occasione dell'evento olimpico).

Gli incidenti in rotatoria, come vediamo dal prospetto, sono invece in calo dal 2006, anno che coincide anche con l'uscita del **DM** relativo alla loro progettazione. Questi dati fanno pensare ad un progressivo miglioramento nella qualità delle rotatorie realizzate, che vedremo confermato negli esempi di rotatorie monitorizzate.

INCIDENTI IN ROTATORIA	FONDO	PERC
739	ASCIUTTO	83,1%
115	BAGNATO	12,9%
6	GHIACCIATO	0,7%
3	INNEVATO	0,3%
26	SDRUCCIOLEVOLE	2,9%

Non va nemmeno sottovalutato il fatto che probabilmente anche gli utenti hanno gradatamente "imparato" quale sia il modo più appropriato di percorrere una rotatoria. A questo proposito si riporta una statistica che indica che **l'83% degli incidenti in rotatoria è avvenuto su terreno asciutto** e pertanto dovuto a comportamenti errati e non ad eventuali circostanze che possono portare a pensare a facili sbandamenti per terreno scivoloso.

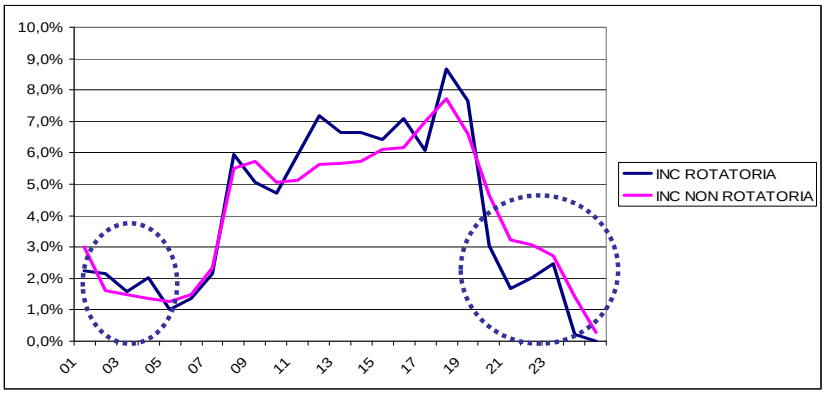
La pericolosità percepita nell'utilizzo delle rotatorie può essere legata alla loro scarsa visibilità nelle ore notturne con conseguente maggior incidentalità in tali circostanze.

Nel grafico seguente sono rappresentati in percentuale gli incidenti ora per ora, suddivisi fra quelli sulle rotatorie quelli fuori dalle rotatorie; fra la mezzanotte e le ore 5 del mattino si sono verificati, in questi 4 anni di studio, il 9% degli incidenti in rotatoria ed il 9% degli altri incidenti; fra le 20 e mezzanotte la percentuale di incidenti in rotatoria è decisamente minore.

Questo indica che in realtà la maggior parte degli incidenti su questo tipo di infrastruttura **non sia legato alla visibilità.**

INCIDENTI DEGLI ULTIMI 4 ANNI (2005-2008)

PER ORA DEL GIORNO E LUOGO



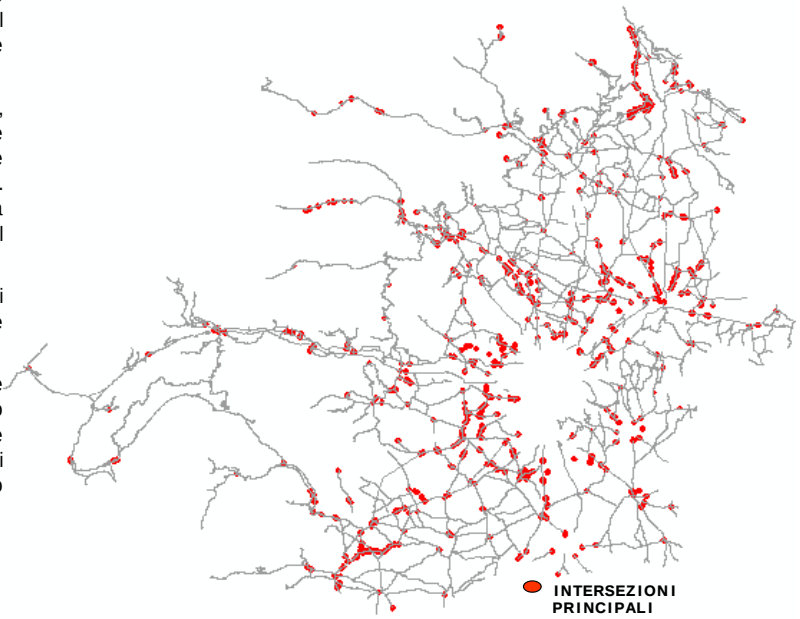
IL CENSIMENTO DELLE ROTATORIE EXTRAURBANE

Con l'ausilio del catasto delle strade informatizzato si è tentato di fare un censimento delle rotatorie realizzate fino al 2009 sulle strade in gestione alla Provincia di Torino.

Abbiamo quantificato, approssimativamente, le intersezioni principali della rete extraurbana in circa **500 nodi**. Le rotatorie realizzate dalla Provincia sono circa **250** , dal 1999 al 2009.

Esse sono poste agli incroci di due o più strade della rete extraurbana.

Alcune di esse sono state realizzate, con il contributo provinciale, dai comuni che avevano l'esigenza di moderare il traffico all'ingresso del centro abitato.



INTERVENTI

Per questa breve analisi di costo/efficacia sono presi in considerazioni **4 siti** interessanti, nei quali si sono realizzate **25 rotatorie**.

Si tratta delle seguenti strade extraurbane :

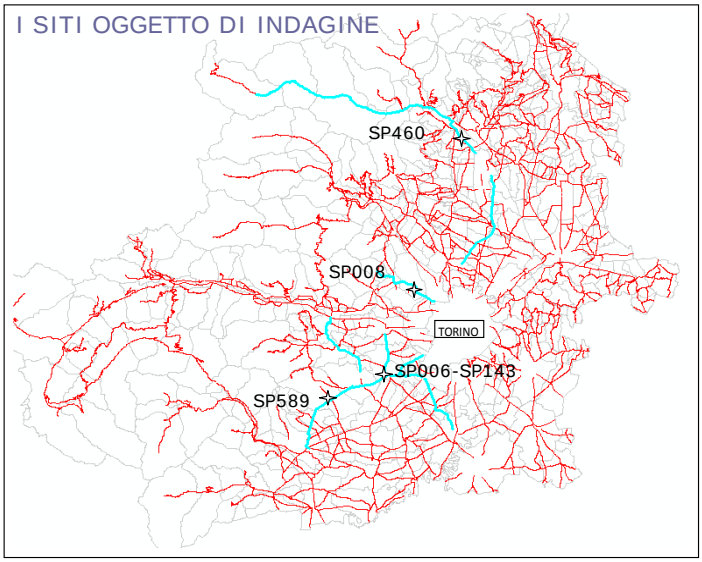
- **SP460**, strada ex statale teatro di molti gravi incidenti, con molto traffico, che di estende dalla pianura, nella prima cintura torinese, fino alla fine della valle di Locana, che porta al Parco Nazionale del Gran Paradiso

- **SP589**, strada ex regionale e statale (nei vari tratti) dove è stato individuato un lungo rettilineo particolarmente pericoloso, sul percorso che porta da Torino a Pinerolo, importantissimo centro all'imbocco della val Chisone

- **SP6** e **SP143** che formano la circonvallazione del centro abitato di Orbassano, comune di 21.581 abitanti della prima cintura di Torino

- **SP8** che serve una zona di elevato traffico vicino alla Reggia di Venaria Reale.

Questi siti sono stati scelti per presentare soluzioni dai risultati di efficacia eccellenti, ma anche un risultato recente che non può essere ancora valutato, ma che viene monitorato con precisione ed infine un caso nel quale la soluzione, realizzata alcuni fa, non è più efficace.



STRADA SP460

La SP460 è lunga 20 km e dal 2004 al 2009 sono state realizzate dalla Provincia di Torino **9 rotatorie in ambito extraurbano.**

Nella figura seguente sono evidenziati i costi sociali prodotti dagli incidenti nelle tratte chilometriche dal 2003 al 2007.

Le rotatorie oggetto di indagine sono state realizzate a partire dal 2006; si confronta pertanto l'importo del costo sociale nei tre anni precedenti e successivi tale data e si ottiene il risultato indicato, molto favorevole poiché si registra **un decremento da 35 a 14 milioni** di euro; il costo medio annuo in questi due trienni è passato da 11 a 4 milioni di euro .

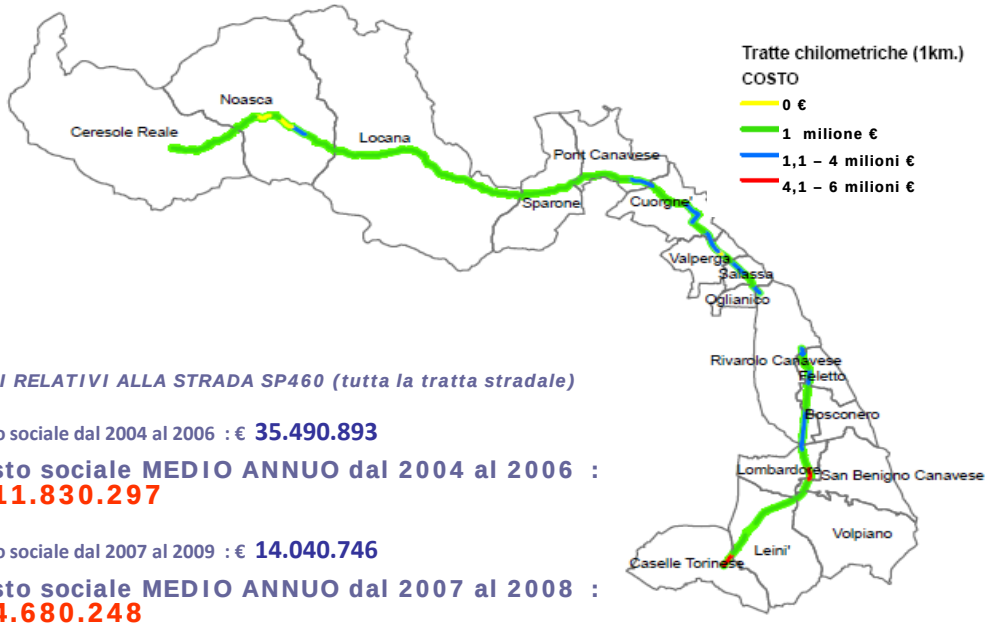
La **spesa totale** per la realizzazione delle rotatorie (il dettaglio è in figura) è stata di **2.265.000** euro; il **costo sociale medio annuo** relativo agli incidenti avvenuti nei luoghi interessati dalle rotatorie è stato di **2.256.100** euro. Risulta quindi evidente che il semplice confronto fra queste cifre dimostra che **in un solo anno è possibile ammortizzare** la spesa con il risparmio dei costi in termini di vite umane, di danno morale, ma anche di spesa sanitaria, amministrativa ecc.

La figura evidenzia con cerchi rossi le rotatorie che andremo ad esaminare nel dettaglio, che si riferiscono ai comuni di Lombardore, Bosconero e Salassa.

La scelta è dovuta al fatto che è stato possibile monitorare con precisione tali rotatorie, in base ai dati degli incidenti pervenuti dalle forze dell'ordine.

Si tratta di rotatorie di dimensioni e costi diversi, realizzati in tratti di strada che presentavano caratteristiche di pericolosità dovuti a condizioni ambientali e di traffico differenti.

SS460 - Costo sociale incidenti 2003-2004-2005-2006-2007



DATI RELATIVI ALLA STRADA SP460 (tutta la tratta stradale)

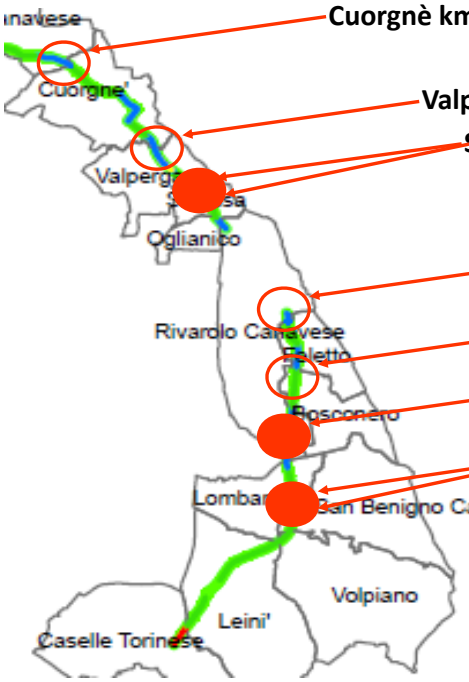
Costo sociale dal 2004 al 2006 : € **35.490.893**

Costo sociale MEDIO ANNUO dal 2004 al 2006 : € 11.830.297

Costo sociale dal 2007 al 2009 : € **14.040.746**

Costo sociale MEDIO ANNUO dal 2007 al 2008 : € 4.680.248

***Costo sociale**: DANNO MORALE, DANNO BIOLOGICO, MANCATA PRODUZIONE, COSTI SANITARI, DANNI MATERIALI*



Cuorgnè km 29 - € 210.000

Valperga km 27 - € 284.000

Salassa km 23 e 26 - € 218.000

€ 266.000

Rivarolo km 19 - € 400.000

Bosconero km 15 - € 140.000

Rivarolo km 13 - € 170.000

Lombardore km 11 - € 327.000

€ 150.000

Spesa totale : € *2.265.000*

Costo sociale medio annuo : € *2.256.100*

Nella tabella seguente sono evidenziate le caratteristiche geometriche ed i costi di tutte le rotatorie realizzate sulla sp460. In giallo sono evidenziate le 3 rotatorie che sono state analizzate nel dettaglio.

I costi aumentano in funzione di :

- **dimensione** della rotatoria (Lombardore)
- numero di **bracci** realizzati (Rivarolo)
- **complessità dell'intersezione** da risolvere (Cuorgnè e Rivarolo).

Comune	Raggio Est.	Rag. Corona	Braccio 1		Braccio 2		Braccio 3		Braccio 4		Braccio 5		Costi
			Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	
Rivarolo	21,00	28,50	13,00	E	15,00	E	15,00	E	10,00	E	12,00	E	€ 400.000,00
			25,00	U	27,00	U	25,00	U	30,00	U	12,00	U	
Lombardore	34,00	26,00	15,00	E	15,00	E	15,00	E					€ 327.000,00
			30,00	U	30,00	U	30,00	U					
Cuorgnè	12,00	20,00	15,00	E	15,00	E	20,00	E	15,00	E			€ 310.000,00
			24,00	U	24,00	U	20,00	U	10,00	U			
Valperga	20,25	12,25	15,00	E	15,00	E	12,00	E	15,00	E			€ 284.000,00
			30,00	U	30,00	U	20,00	U	30,00	U			
Salassa	24,25	16,25	15,00	E	15,00	E	15,00	E	20,00	E			€ 266.000,00
			30,00	U	30,00	U	20,00	U	20,00	U			
Salassa	26,00	17,50	15,00	E	15,00	E	16,50	E					€ 218.000,00
			27,00	U	20,00	U	20,50	U					
Rivarolo	18,50	10,00	15,00	E	15,00	E	15,00	E					€ 170.000,00
			18,50	U	18,50	U	18,50	U					
Lombardore	24,00	15,75	15,00	E	15,00	E	15,00	E	10,00	E			€ 150.000,00
			30,00	U	30,00	U	30,00	U	8,00	U			
Bosconero	14,00	5,50	14,00	E	14,00	E	10,50	E	13,00	E			€ 140.000,00
			25,00	U	25,00	U	10,50	U	13,50	U			

totale € ***2.265.000***

Nelle immagini vediamo che le intersezioni di Rivarolo e Cuorgnè, presidiate da semafori, presentavano una notevole complessità.

Si tratta di incroci con altre strade provinciali situate in luoghi ad alti volumi di traffico.

Rivarolo (11.976 abitanti) è un importante centro per industrializzazione e servizi, punto di riferimento per tutti i comuni situati nella direttrice della ex statale 460.

Cuorgnè (10.032 abitanti) fa parte della comunità montana dell'Alto Canavese ed è il centro più importante fra le molte località turistiche della valle.

RIVAROLO € 400.000

CUORGNE' € 310.000

Passiamo ad analizzare la prima delle rotatorie della sp460, realizzata nel 2006.

Arrivando da Torino, essa si trova nel comune di **Lombardore**, al termine di un lungo rettilineo (dal km 8 al km 11) sito a pochissimi chilometri dalla tangenziale e dall'aeroporto, privo di intersezioni a raso, in pendenza, costituito da un' ampia carreggiata.

Questo tratto è percorso da tutto il traffico che dal capoluogo e dalla cintura di Torino, si dirige alle valli del Canavese ed è stato in passato teatro di numerosi e gravi incidenti, dovuti principalmente all'elevata velocità di percorrenza.

I valori di traffico giornaliero medio registrati sono i seguenti:

TGM 2005 : 14.826

TGM 2006 : 16.337

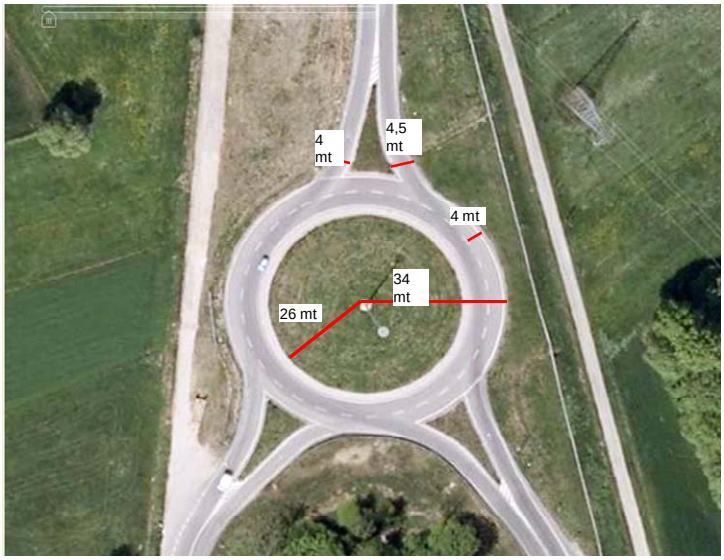
MEZZI PESANTI: 4 %

Questa rotatoria risolve un incrocio complesso che era costituito da uno svincolo con bracci di interscambio, dove però la sp460 interessava in modo tangenziale lo svincolo stesso, costituendo un incrocio pericoloso per l'alta velocità di percorrenza.

La rotatoria non è quindi di tipo convenzionale e misura 68 metri di diametro.

La progettazione ha tenuto conto di una imminente costruzione di variante alla sp460 stessa, che dovrà intersecarsi in questo punto; poco più avanti è stata costruita una seconda rotatoria che attualmente non risolve un incrocio ma è necessaria per imminenti modifiche alla viabilità della zona.

Contemporaneamente a queste realizzazioni si è proceduto alla **messa in sicurezza** del tratto stradale seguente, con un adeguamento della carreggiata, che era priva di banchina ed inadatta al traffico pesante che lo percorre quotidianamente, in quantità consistente.



ROTATORIA NON CONVENZIONALE

Comune	Raggio Est.	Rag. Corona	Braccio 1		Braccio 2		Braccio 3		Braccio 4		Braccio 5		Costi
			Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	
Lombardore	34,00	26,00	15,00	E	15,00	E	15,00	E					€ 327.000,00
			30,00	U	30,00	U	30,00	U					
Lombardore	24,00	15,75	15,00	E	15,00	E	15,00	E	10,00	E			€ 150.000,00
			30,00	U	30,00	U	30,00	U	8,00	U			

Nelle tabelline seguenti sono indicati gli incidenti avvenuti nel tratto interessato, con il numero di morti e feriti ed il costo sociale.

Gli incidenti nei quali il rilevatore non indica l'esatta chilometrica (000) sono attribuiti alla tratta di interesse, se l'indicazione del comune lo permette (cioè se la strada attraversa il comune solo in quella tratta) .

Risulta evidente che in termini di numero di incidenti l'intervento è molto positivo; il costo sociale non è proporzionalmente favorevole in quanto il 12 luglio del 2008 si è verificato un sinistro frontale particolarmente grave che ha coinvolto 3 veicoli provocando 1 decesso e 7 persone ferite.

Confrontando il costo sociale registrato negli anni precedenti la costruzione delle rotatorie e quello degli anni seguenti si calcola un risparmio annuo € 195.590 a fronte di una spesa di € 477.000, ammortizzabile quindi in 3 anni.

Si tratta comunque di un caso statisticamente non molto significativo a causa dell'incidente particolarmente grave verificatosi nel luglio 2008, che penalizza molto il confronto; negli anni a venire il risultato è destinato ad essere ancor più positivo.

Incidenti 2003-2004-2005-2006

strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SP460	000	1	0	1	73.631
SP460	011	7	2	11	3.598.809
SP460	012	1	0	2	147.262
					3.819.702

costo sociale incidentalità 2003-2006

Incidenti 2007-2008-2009*

**2009 : dati provvisori osservatorio regionale*

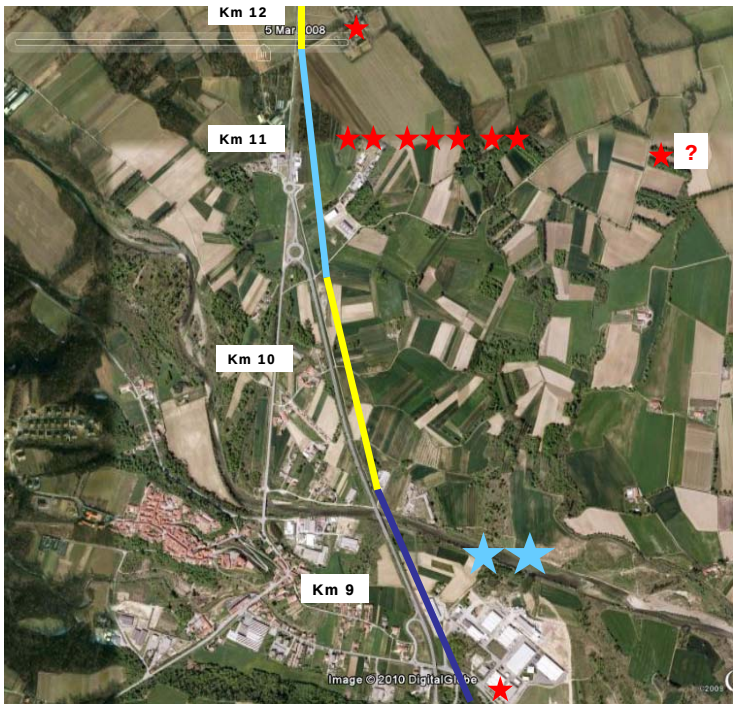
strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SP460	009	2	1*	11	***2.278.006***

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **PRIMA** **€ 954.925**

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **DOPO** **€ 759.335** -

COSTO SOCIALE RISPARMIATO MEDIAMENTE OGNI ANNO **€ 195.590**

COSTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE **€ 477.000**



★ Incidenti **PRIMA** dell' intervento

★ Incidenti **DOPO** l' intervento

Nel tratto seguente (percorrendo la SP460 da valle a monte), nella tratta oggetto di intervento di allargamento (che termina alla rotatoria di Rivarolo), è stata realizzata la rotatoria nel comune di **Bosconero.**

E' situata al km 15 e risolve l'intersezione con una strada provinciale che conduce al centro dell'abitato di Mastri, nel comune di Bosconero.

L'introduzione di questa rotatoria ha il duplice di scopo di gestire l'intersezione fra due strade di importanza e traffico diversi e di rallentare la velocità delle auto che percorrono la sp460, che si trovano a percorrere un tratto rettilineo lungo alcuni chilometri, in ambito extraurbano.

Tratta messa in sicurezza

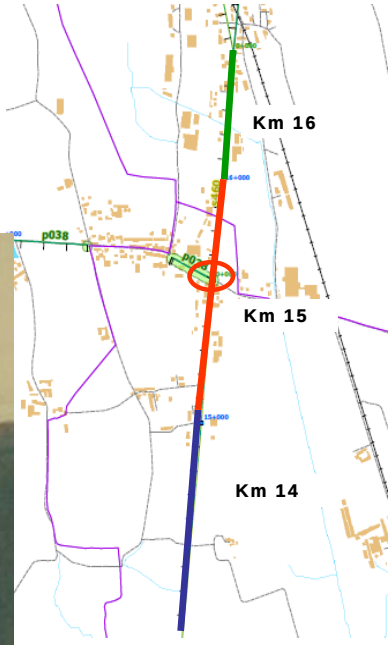
Esecuzione dei lavori di costruzione della banchina

Comune	Raggio Est.	Rag. Corona	Braccio 1		Braccio 2		Braccio 3		Braccio 4		Braccio 5		Costi
			Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	
Bosconero	14,00	5,50	14,00	E	14,00	E	10,50	E	13,00	E			€ 140.000,00
			25,00	U	25,00	U	10,50	U	13,50	U			

Queste immagini mostrano l'intersezione prima e dopo l'intervento.

Si tratta di una rotatoria di 28 metri di diametro, con 4 bracci.

E' stata realizzata nel 2006 ed è caratterizzata da una corona giratoria piuttosto larga, al contrario delle più recenti progettazioni.



In questo caso il calcolo dei costi evidenzia una situazione molto vantaggiosa.

Il numero di incidenti nei km precedente e seguente quello oggetto di intervento, sono stati teatro di numerosi incidenti, che hanno causato 3 morti; nei 3 anni seguenti la realizzazione dell'opera il numero è drasticamente sceso a 2 incidenti. Anche in questo caso abbiamo dei sinistri che non stati collocati con precisione sulla strada, ma poiché rientrano nel comune di Bosconero si possono considerare come avvenuti sulla tratta di interesse.

Il costo sociale medio annuo precedentemente al 2006 ammonta a più di 7 milioni di euro, mentre nei 3 anni dal 2007 al 2009 è soltanto di 147.000 euro; ma la cosa importante è che non si sono più verificati incidenti mortali.

Il costo della rotatoria è stato di 140.000 euro, subito ammortizzato dall'abbattimento della sinistrosità.

Incidenti 2003-2004-2005-2006

strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SS460	000	4	1	5	1.836.220
SS460	014	1	0	2	147.262
SS460	015	5	1	9	2.057.113
SS460	016	5	2	11	3.598.809
				costo sociale incidentalità 2003-2006	**7.639.404**

Incidenti 2007-2008-2009*

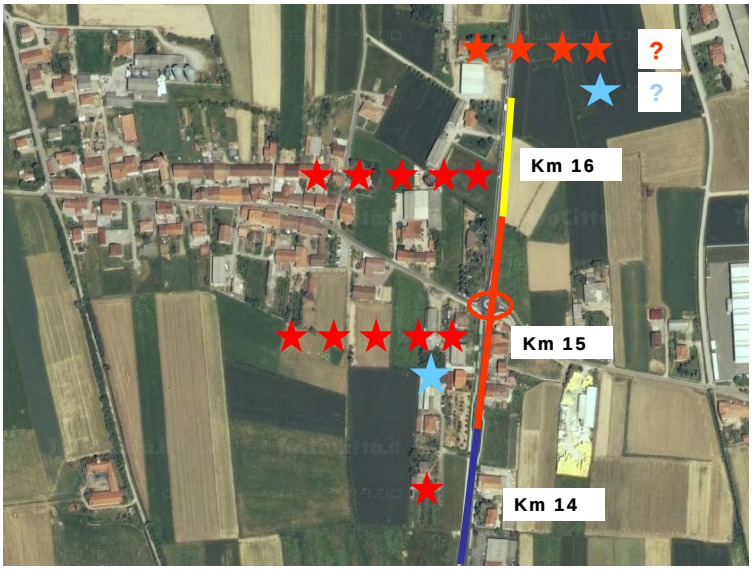
**2009 : dati provvisori osservatorio regionale*

strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SS460	000	1	0	1	73.631
SS460	015	1	0	1	73.631
				costo sociale incidentalità 2007-2009	**147.262**

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **PRIMA** **€ 1.909.760**
costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **DOPO** **€ 49.087** -

COSTO SOCIALE RISPARMIATO MEDIAMENTE OGNI ANNO **€ 1.860.673**

COSTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA ROTATORIA **€ 140.000**



★ **Incidenti PRIMA dell' intervento**

★ **Incidenti DOPO l' intervento**

Qualche km più a nord, al km 23 della sp460, la strada incrocia la sp035, che dopo 700 mt entra nel centro abitato di Salassa (1.600 abitanti).

Il traffico sulla sp460, anche in questo tratto, è sostenuto :

TGM 2005 : 13.642

TGM 2006 : 14.310

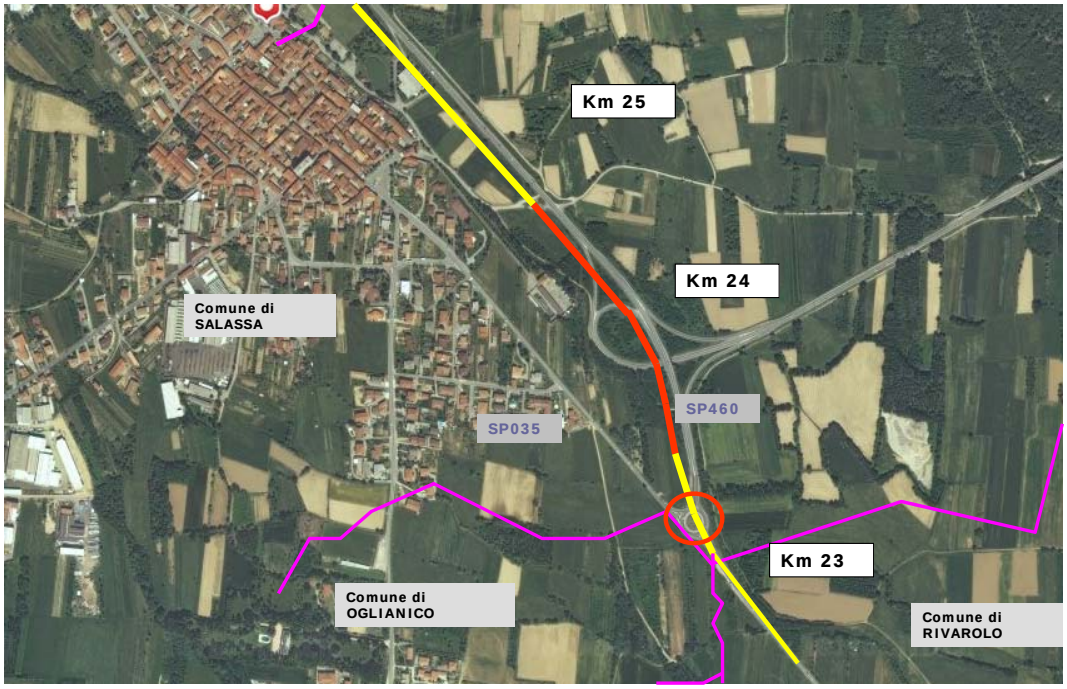
MEZZI PESANTI: 3,5%

Questa intersezione era piuttosto complessa e presentava diversi punti pericolosi per le svolte, che venivano risolti con canalizzazioni.

Dall'immagine satellitare si può vedere come la rotatoria (in costruzione) abbia risolto l'intersezione.

Si tratta anche in questo caso di una rotatoria non convenzionale costruita nel 2006, con un diametro di 52 metri ed una corona giratoria di 8,5 metri.

Il monitoraggio della sinistrosità in questo punto è piuttosto difficoltosa per la imprecisione dei dati ricevuti e per il fatto che si trova al confine di 3 territori comunali.



Comune	Raggio Est.	Rag. Corona	Braccio 1		Braccio 2		Braccio 3		Braccio 4		Braccio 5		Costi
			Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	Raggio	D	
Salassa	26,00	17,50	15,00	E	15,00	E	16,50	E					€ 218.000,00
			27,00	U	20,00	U	20,50	U					

Gli incidenti localizzati con esattezza, nel periodo precedente la costruzione della rotatoria, sono soltanto 4, ma altri 7 sono localizzati su questa strada, nel comune di Salassa, e pertanto devono necessariamente riferirsi alla tratta dal km 23 al 25 .

Per quelli nel comune di Rivarolo invece l'attribuzione non è certa poiché la sp460 attraversa questo comune nei km 11, 12, 13 e 23.

Anche in questo caso il bilancio è decisamente positivo : il costo sociale prima dell'intervento ammonta a più di 4 milioni di euro e registra 2 morti, mentre dopo si abbassa a 368.000 euro e non si sono più verificati incidenti mortali.

Calcolando il costo sociale medio annuo prima e dopo si registra un risparmio medio annuo di più di 1 milione di euro; la spesa sostenuta per la costruzione della rotatoria, 218.000 euro, viene immediatamente ammortizzata.

Incidenti 2003-2004-2005-2006

comune	strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
RIVAROLO	SS460	000	1	0	2	147.262
SALASSA	SS460	000	6	0	15	1.104.465
	SS460	001	1	0	2	147.262
	SS460	023	2	0	4	294.524
	SS460	024	2	2	4	3.083.392
	costo sociale incidentalità 2003-2006					**4.629.643**

Incidenti 2007-2008-2009*

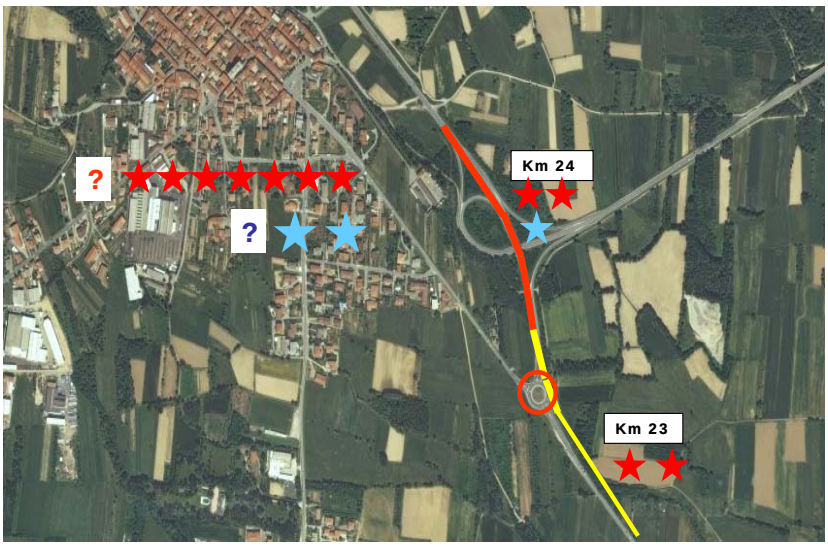
*2009 : dati provvisori osservatorio regionale

comune	strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
RIVAROLO	SS460	000	1	0	2	147.262
SALASSA	SS460	000	2	0	2	147.262
SALASSA	SS460	024	1	0	1	73.631
	costo sociale incidentalità 2007-2009					**368.155**

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **PRIMA** **€ 1.157.410**
costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **DOPO** **€ 122.718** -

COSTO SOCIALE RISPARMIATO MEDIAMENTE OGNI ANNO **€ 1.034.692**

COSTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA ROTATORIA **€ 218.000**



STRADA SP589

Il secondo sito preso in considerazione riguarda 5 km della strada ex regionale 589. si tratta di una importante arteria che collega la prima cintura di Torino con Pinerolo. La zona del Pinerolese è stata strategica nell'adeguamento della rete stradale in occasione delle olimpiadi invernali del 2006.

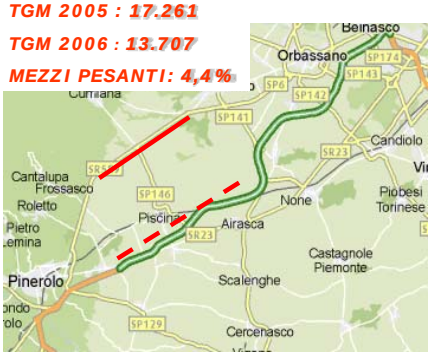
Il 9 gennaio 2006 è stato inaugurato l'ultimo tratto della autostrada che collega Torino a Pinerolo, il cui tracciato è parallelo a quello del sp589 e dista in linea d'aria solo 5 km circa. Tuttavia il traffico sostenuto, che ha sempre interessato la sp589, non è calato di molto, come evidenziano le misure del traffico giornaliero medio.

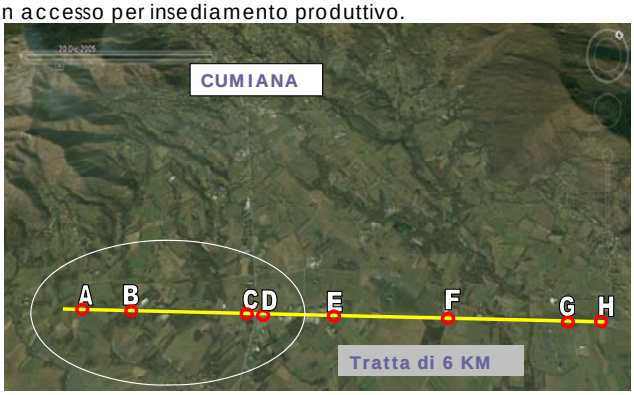
La tratta considerata è costituita da un lungo rettilineo di circa **6 km** dove sono state costruite **8 rotatorie**; la tratta ha poche intersezioni a raso con una viabilità minore di campagna, interessata da traffico scarso; fa eccezione l'intersezione con la sp146 che, al termine di un rettilineo di circa 3 km, entra nell'abitato di Cumiana (6.846 abitanti). In quest'ultima intersezione sono state realizzate due rotatorie della tipologia cosiddetta "a baionetta" (in figura lettere C e D). Analizzeremo inoltre la rotatoria dove la sp460 incrocia una viabilità minore che porta alla frazione di Tavernette (in figura lettera A), mentre quella immediatamente seguente (lettera B) risolve un accesso per insediamento produttivo.

TGM 2005 : 17.261

TGM 2006 : 13.707

MEZZI PESANTI: 4,4 %





L'incrocio tra la sp589 e la sp146 era semaforizzato e causava, oltre che molti incidenti, lunghe code di attesa per l'ingresso e uscita dall'abitato di Cumiana.

Il semaforo era infatti l'unico punto di rallentamento su questa tratta di 6 km che veniva percorsa a velocità molto elevate.

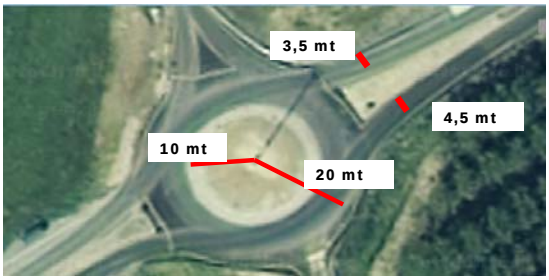
Nel 2006 il Comune di Cumiana, in collaborazione con la Provincia, ha realizzato queste due rotatorie al km 18 che misurano 40 metri di diametro, con isola centrale dotata di corona sormontabile, di raggio 10 metri.

Questa soluzione serve anche alla zona industriale e al piccolo borgo situati nelle immediate vicinanze dell'intersezione, che non hanno più accesso diretto alla sp589 nei pressi dell'incrocio. Il tratto tra le due rotatorie è di circa 100 metri con carreggiate separate; il flusso proveniente da Cumiana, sulla sp146, è obbligato ad incanalarsi verso le rotatorie, per qualsiasi direzione, anche per attraversare la sp589.

Dopo 1.800 metri da queste due rotatorie è stata costruita dalla Provincia, nel 2006, una rotatoria che serve una viabilità minore per il collegamento alla frazione Tavernette.

Come si vede dall'immagine satellitare , circa 600 metri prima è stata costruita una rotatoria per l'alto traffico pesante che interessa una zona industriale.

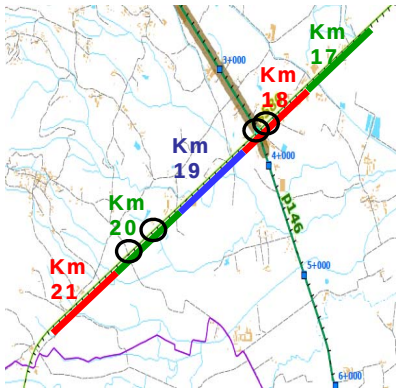
Le rotatorie hanno geometrie analoghe a quelle precedenti. Tutte le rotatorie della sp589 descritte hanno avuto un costo unitario di circa 170.000 euro.



Queste 4 rotatorie sono situate ai km 18 e 20 della sp589. Nel calcolare il rapporto costo/benefici, in relazione all'incidentalità, consideriamo quindi gli incidenti dal km 17 al 21.

Gli incidenti in questa tratta, precedenti al 2006, sono stati numerosi (18 in 4 anni) ed hanno causato un costo sociale di più di 3 milioni di euro. Dopo la realizzazione delle rotatorie si sono verificati solo 2 incidenti; uno di questi è stato un incidente frontale mortale dovuto ad una invasione di carreggiata, segnalata dai rilevatori come dovuta alla distrazione del conducente.

In questo caso il rapporto fra i costi e le spese di realizzazione non è numericamente molto favorevole poiché l'investimento è stato significativo (680.000 euro), ma l'andamento della sinistrosità è chiaramente molto favorevole; in soli 3 anni la spesa sarà ammortizzata.



Incidenti 2003-2004-2005-2006

strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SP58	017	1	0	2	147.262
SP589	018	5	0	12	883.572
SP589	019	2	0	3	220.893
SP589	020	6	0	13	957.203
SP589	021	4	0	13	957.203
		costo sociale incidentalità 2003-2006			***3.166.133***

Incidenti 2007-2008-2009*

**2009 : dati provvisori osservatorio regionale*

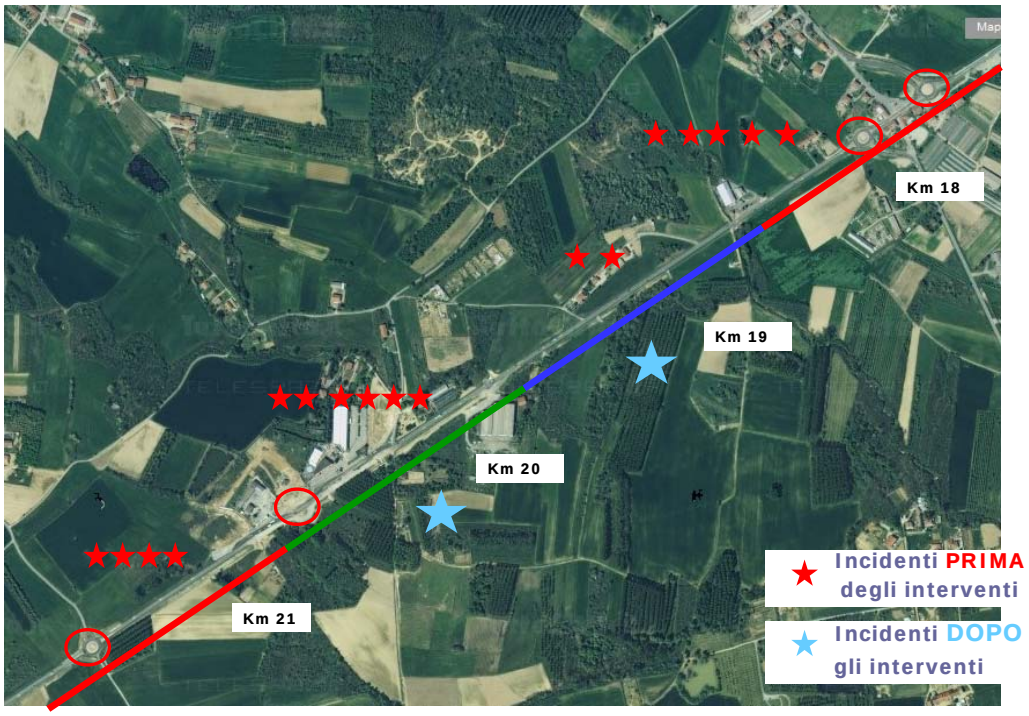
strada	km	INCIDENTI	MORTI	FERITI	costo sociale
SP589	019	1	1	0	1.394.434
SP589	020	1	0	2	147.262
		costo sociale incidentalità 2007-2009			***1.541.696***

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **PRIMA** **€ 791.533**

costo sociale **MEDIO ANNUALE** incidentalità **DOPO** **€ 513.898 -**

COSTO SOCIALE RISPARMIATO MEDIAMENTE OGNI ANNO **€ 277.635**

COSTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE **€ 680.000**



COSTI E BENEFICI

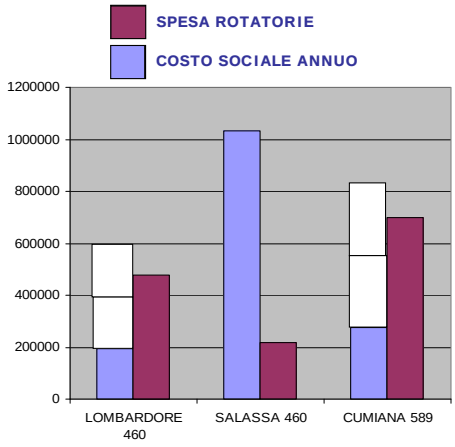
Riassumendo la situazione sulle 8 rotatorie esaminate e sugli incidenti rilevati prima e dopo nelle tratte di interesse, risulta evidente che l'investimento è molto vantaggioso.

Nei 4 siti esaminati si riscontra in risparmio medio annuo sul costo sociale, dovuto alla forte diminuzione degli incidenti, che va circa da 200.000 euro a 7.590.000 euro.

La spesa sostenuta per ogni singola rotatoria in ambito extraurbano varia da 170.000 a 400.000 euro, a seconda delle dimensioni e della complessità. Nei casi presi in considerazione, uno appare molto favorevole (Bosconero), ma è evidente che anche negli altri la spesa sostenuta sarà ripagata in soli 3 anni dal risparmio che la società potrà avere sui costi sociali degli incidenti che non si verificheranno più.

Non dimentichiamo inoltre che il risparmio di morti e persone ferite non ha comunque un prezzo.

ROTATORIA	COSTO SOCIALE RISPARMIATO MEDIAMENTE OGNI ANNO	COSTO ROTATORIA
BOSCONERO SP460	1.860.673	140.000
LOMBARDORE SP460 (2 rotatorie)	195.590	477.000
SALASSA SP460	1.034.692	218.000
CUMIANA SP589 (4 rotatorie)	277.635	680.000



STRADA SP008

Una particolare attenzione merita ancora il discorso della **georeferenziazione** degli incidenti, senza la quale risulta impossibile stabilire con certezza l'influenza degli interventi sulla sicurezza stradale.

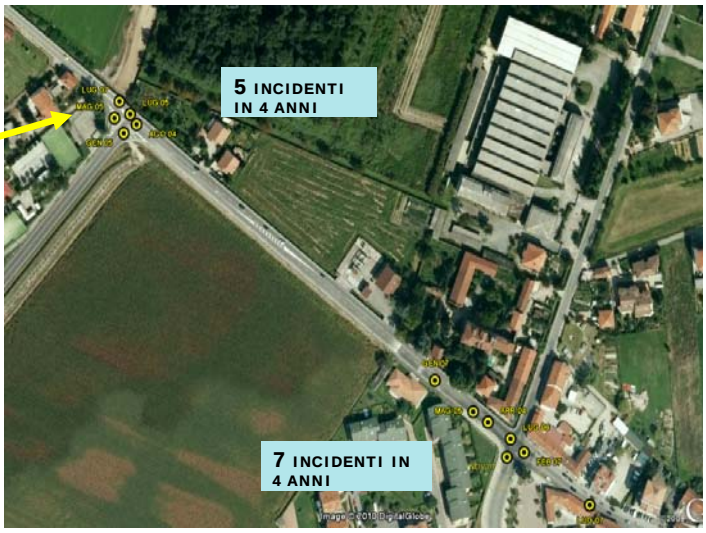
Un esempio significativo è quello di una intersezione di recente realizzazione (2008). E' situata all'intersezione di due strade provinciali storiche, la sp008 e la sp176, nel comune di Druento. Si tratta di una zona di prima cintura vicina alla tangenziale, all'abitato di Venaria Reale (35.660 abitanti, con la famosa Reggia) ed allo stadio delle Alpi di Torino.

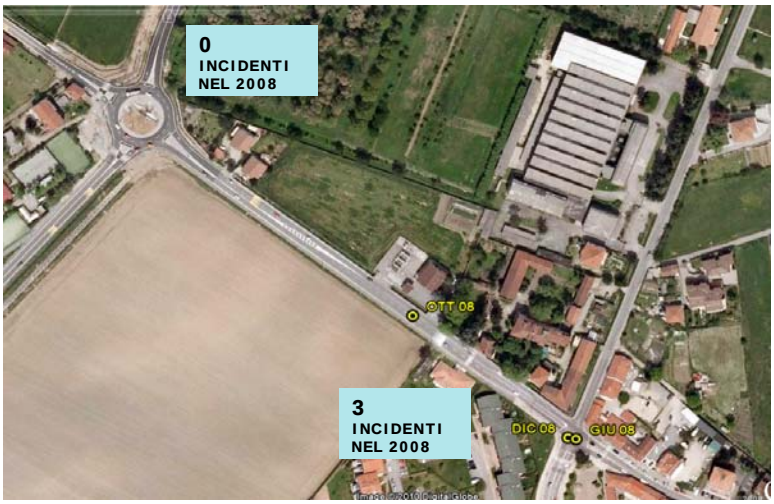
L'intervento di messa in sicurezza è stato fatto nel marzo 2008 ed è consistito nella realizzazione di una rotatoria e nella messa in sicurezza del tratto dalla rotatoria al centro abitato della frazione Savonera (750 metri) con interventi di illuminazione ed adeguamento della carreggiata; la seconda rotatoria evidenziata nell'immagine è precedente al 2005.

La rotatoria di recente costruzione misura 42 metri di diametro ed una corona giratoria di 6 metri; le isole spartitraffico sono particolarmente pronunciate e prolungate e le corsie di entrata in rotatoria sono più strette di quelle in uscita; ciò induce all'attenzione ed alla moderazione della velocità in entrata e facilita lo scorrimento in uscita.

I dati precisi forniti dalle forze dell'ordine hanno permesso di localizzare con esattezza gli incidenti avvenuti in questo tratto di strada.

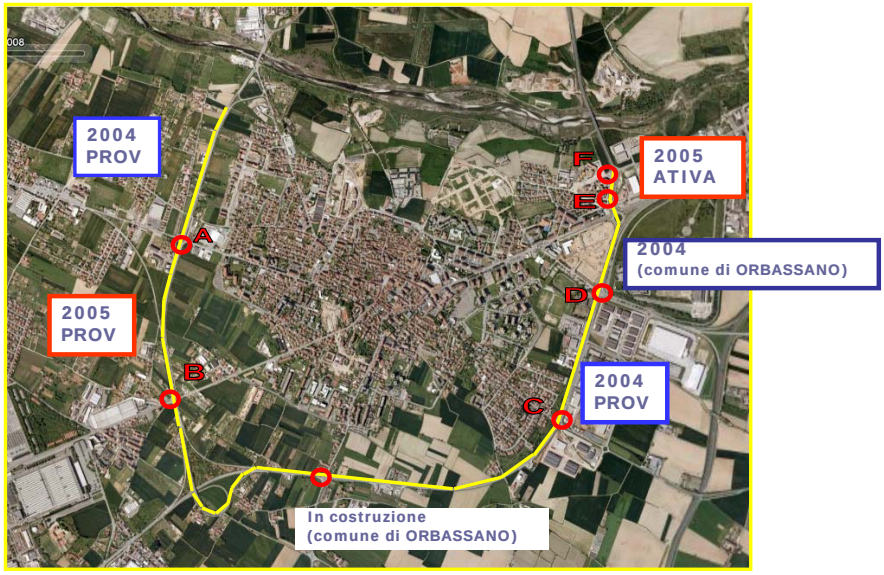
Si sono verificati 12 incidenti in soli 400 metri , in 4 anni (dal 2004 al 2007); il monitoraggio del 2008 registra 3 incidenti, dei quali nessuno in rotatoria : uno in rettilineo e 2 nel successivo incrocio urbano. I dati del 2009 non sono al momento disponibili.





CIRCONVALLAZIONE DI ORBASSANO (SP006 E SP143)

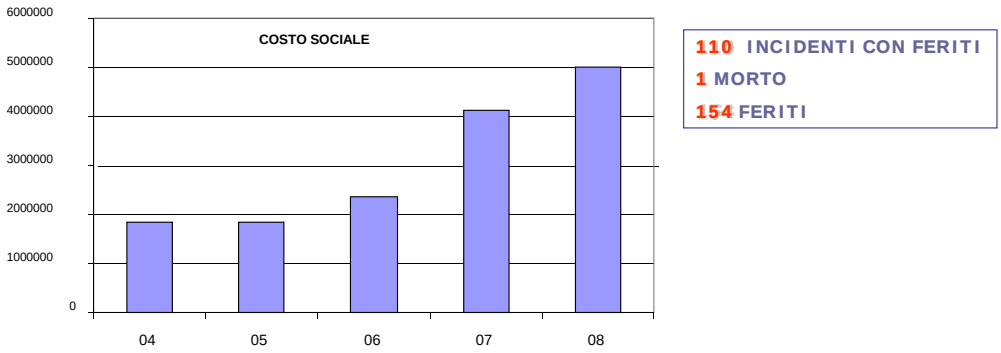
L'ultimo sito oggetto di analisi è la circonvallazione di Orbassano. Si tratta di un paese della cintura con 21.581 abitanti che dista circa 12 km dal centro di Torino. La zona è industriale e densa di servizi e centri commerciali; inoltre è attraversata dalla tangenziale sud di Torino. Il traffico giornaliero medio misurato nel 2006 era di **30.447** veicoli. La circonvallazione è lunga circa **7 km,** è formata da 2 strade provinciali storiche e ne incrocia altre 2. Dal 2004 sono state realizzate **6 rotatorie** ed una è in costruzione; sono intervenuti il comune di Orbassano, la Provincia di Torino e l'Ativa.



Questi 7 km registrano molti incidenti, anche dopo la realizzazione dlele rotatorie, come vediamo nel grafico seguente; il costo sociale dal 2004 è di **12.733.608 euro** e il trend è in crescita.

Per stabilire la cause di tale crescita è necessario uno studio più approfondito della localizzazione degli incidenti (non sempre possibile), delle modificazioni della viabilità eseguite in questi anni nel centro abitato e nelle zone industriali, ed altro ancora.

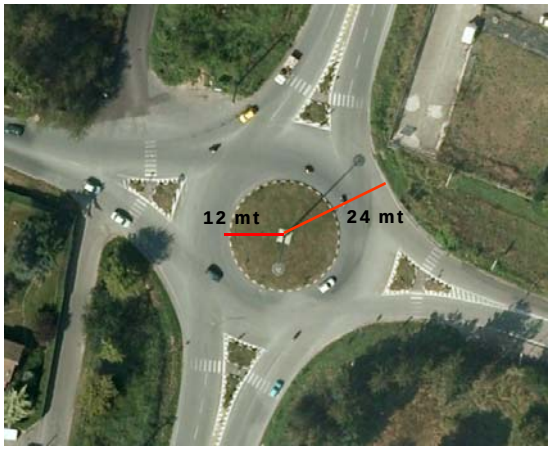
Una concausa però può essere l'inadeguatezza di rotatorie concepite anni fa, che non potevano godere delle esperienze oggi maturate e della normativa specifica che è datata 2006.



Come esempio si riporta in figura il confronto fra una di queste rotatorie, sulla quale si sono registrati il 13% degli incidenti della circonvallazione, e quella precedentemente analizzata, relativa alla sp008.

Rotatoria **A**

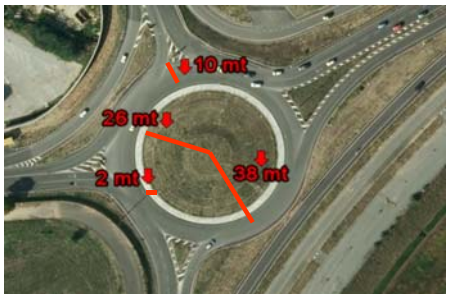
ROTATORIA DEL 2004



ROTATORIA DEL 2008 (sp008)

Altro punto pericoloso è l'intersezione ancora semaforizzata, dove è in progetto un rotatoria (lettera C), che registra un altro 15% di incidenti.

Le rotatorie realizzate dalla società Ativa nel 2005, si sono rese necessarie per un nuovo grosso insediamento commerciale; sono molto grandi e percorse da un traffico elevato e veloce.



LA PROVINCIA DI NOVARA

Chiara Ravarelli

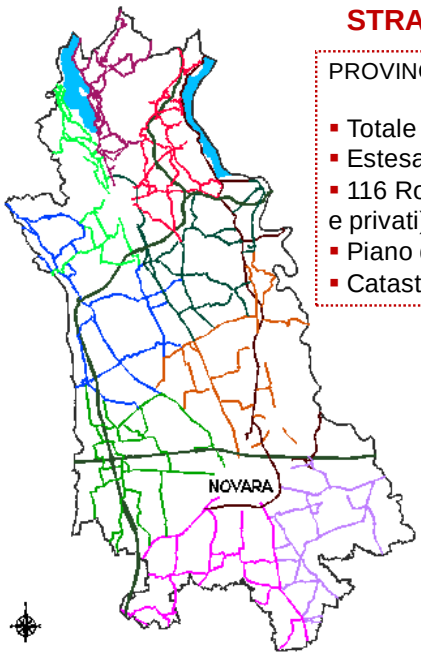
Ufficio Sicurezza Stradale della provincia di Novara

TESI TECNICHE DELLA SICUREZZA STRADALE DELLA PROVINCIA DI NOVARA

LE INTERSEZIONI A ROTATORIA E LA SICUREZZA STRADALE

Torino, 22 febbraio 2010

STRADE PROVINCIALI

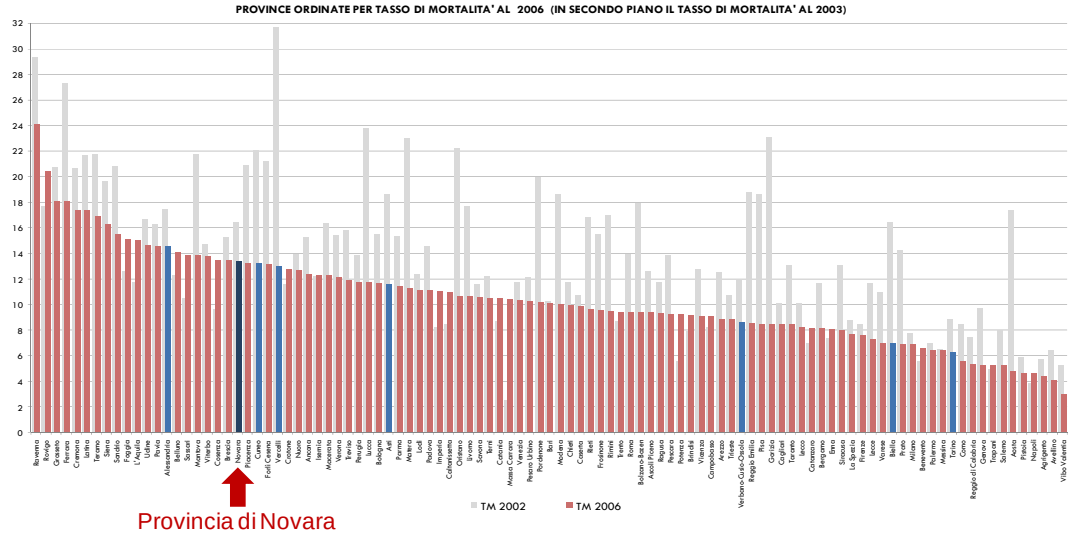


PROVINCIA DI NOVARA:

- Totale Strade Provinciali n.118 (comprese ex S.S. e S.R.)
- Estesa Strade Provinciali 800 km circa
- 116 Rotatorie (costruite da Provincia, Comuni, CAV To-Mi e privati)
- Piano della Sicurezza Stradale
- Catasto delle Strade e della Segnaletica

1^ GIURISDIZIONE
2^ GIURISDIZIONE
3^ GIURISDIZIONE
4^ GIURISDIZIONE
5^ GIURISDIZIONE
6^ GIURISDIZIONE
7^ GIURISDIZIONE
8^ GIURISDIZIONE
9^ GIURISDIZIONE

PROVINCE ORDINATE PER TASSO DI MORTALITÁ AL 2006

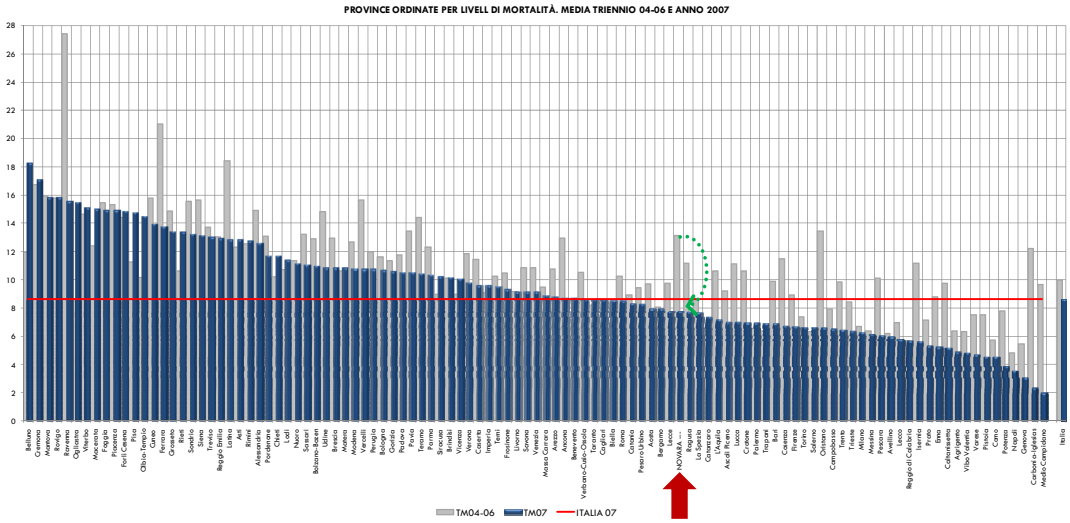


Provincia di Novara
83^ in Italia – 7^ in Piemonte

Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

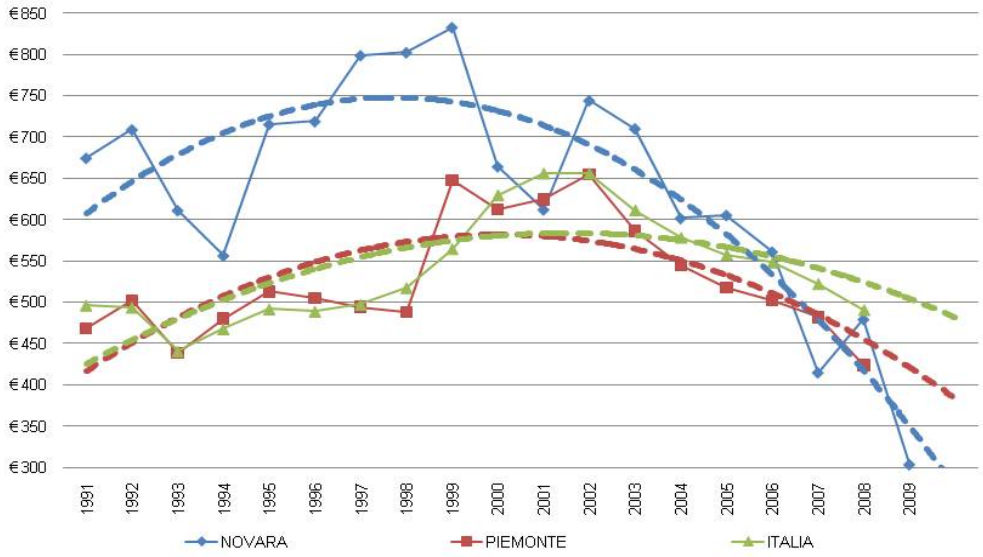
PROVINCE ORDINATE PER TASSO DI MORTALITÁ AL 2007



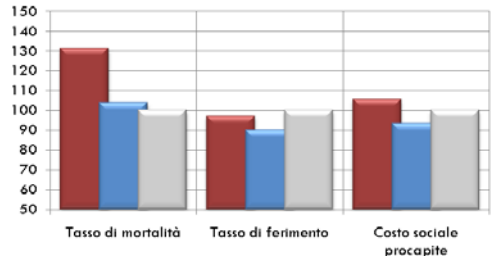
Provincia di Novara
39^ in Italia - 2^ in Piemonte

Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

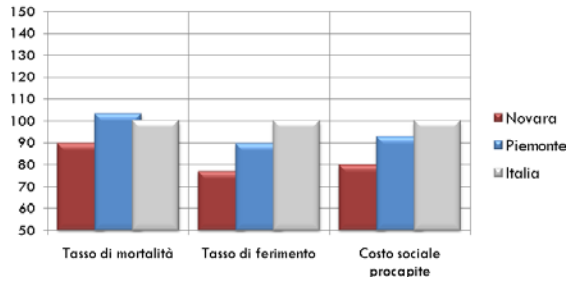
COSTO SOCIALE PRO-CAPITE 1991 - 2009



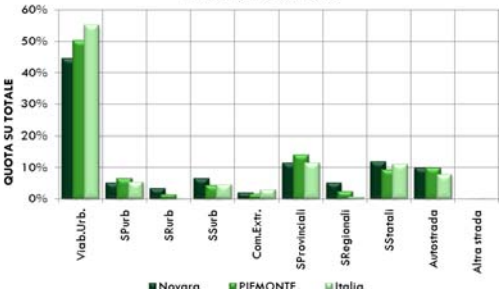
LIVELLI DI RISCHIO. MEDIA ANNUALE 2004-2006



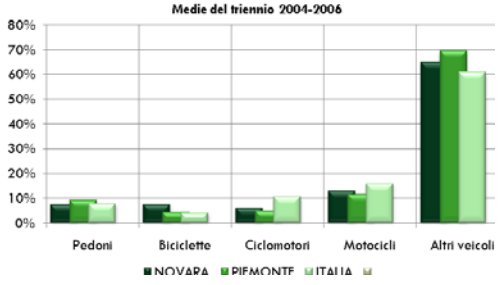
LIVELLI DI RISCHIO. 2007



COSTO SOCIALE PER TIPOLOGIA DI STRADA
Media Triennio 2004-2006

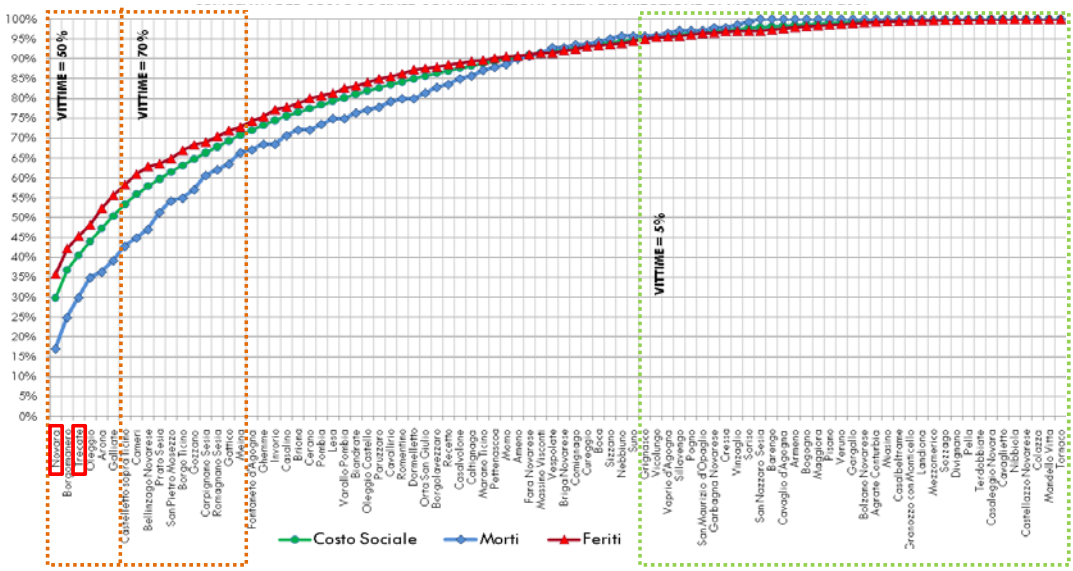


COSTO SOCIALE PER MODALITÀ DI SPOSTAMENTO.
Medie del triennio 2004-2006



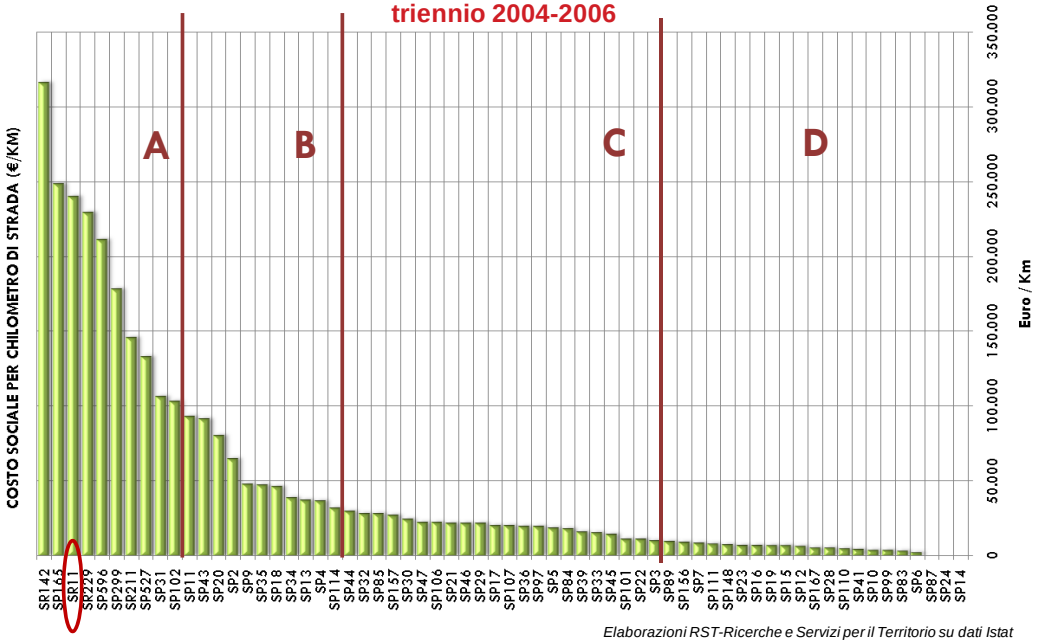
Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

CUMULATA DEL COSTO SOCIALE
COMUNI DELLA PROVINCIA DI NOVARA
Con indicazioni sulla distribuzione di Morti e Feriti 2007



Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

COSTO SOCIALE PER CHILOMETRO DI STRADA PROVINCIALE
triennio 2004-2006



Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

IL MOTIVO DELLA RIDUZIONE DELLE VITTIME

A livello nazionale, il maggior impulso alla riduzione delle vittime è venuto:

- dalla patente a punti e dalle successive riforme del Codice della Strada;
- dall'aumento di controlli sui comportamenti di guida da parte degli organi di polizia stradale;
- dal processo di attuazione del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, che ha sollecitato la elaborazione di oltre 1.200 piani e progetti di sicurezza stradale, molti dei quali già completati.

A livello provinciale la spinta più vigorosa alla riduzione delle vittime è venuta da:

- una maggiore sensibilità e attenzione per la sicurezza stradale sia da parte dei cittadini sia da parte dei tecnici e dei decisori;
- un'oggettiva convergenza di obiettivi, strumenti e risorse per la sicurezza stradale tra la Regione Piemonte da un lato e la Provincia di Novara dall'altro;
- ma, soprattutto, un progressivo orientamento degli investimenti locali (della Provincia e dei Comuni) verso la sicurezza stradale.

Quanto a quest'ultimo punto, si nota che nel quadriennio 2005-2008 oltre il 13% dell'importo dei lavori riguardanti il settore della viabilità (8,7 milioni di Euro) sono direttamente riconducibili a finalità specifiche di sicurezza stradale. Le somme investite in questi lavori indicano che la Provincia di Novara – nel solo settore della viabilità - ha realizzato una spesa annua in sicurezza stradale di circa 6 Euro procapite: siamo ancora lontani dalle quote di investimenti in sicurezza stradale che si registrano nei Paesi europei con standard di sicurezza di eccellenza (Olanda, Regno Unito, Svezia, Danimarca, Norvegia) ma il dato è nettamente superiore alla media nazionale e risultati, in termini di miglioramento della sicurezza stradale, sono del tutto evidenti.

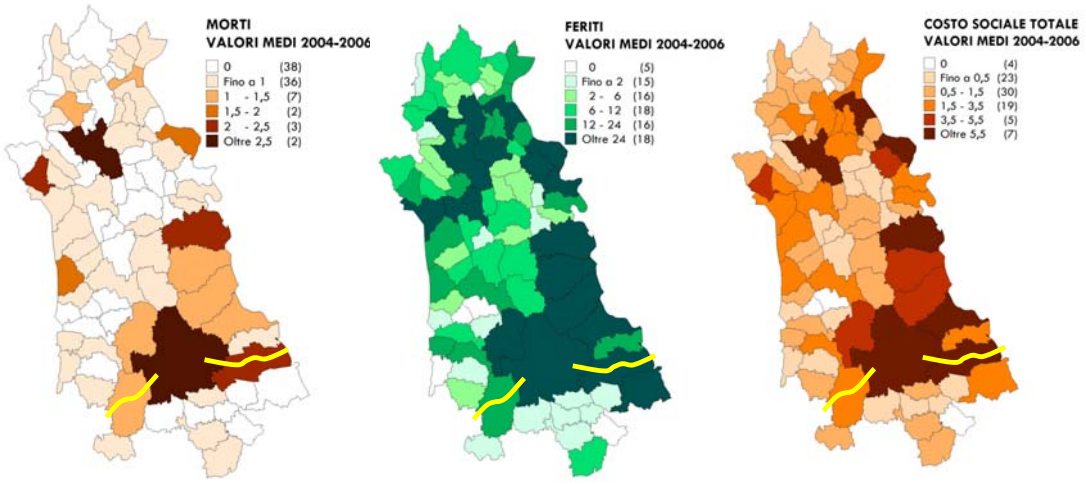
CASO STUDIO:
S.P. 11 (ex S.R. 11) PADANA SUPERIORE
nel territorio della Provincia di Novara

Caratteristiche:

- Arteria di importanza nazionale quale collegamento tra Torino e Venezia
- Estesa in Provincia di Novara km 23,274 (Inizio progr. km 82+590 fine progr. km 111+700)
- A livello locale collegamento con la Provincia di Vercelli e la Lombardia (Provincia di Milano) tramite Ponte sul Fiume Ticino
- Costituita da due Tratti separati dal centro abitato di Novara

INCIDENTALITÀ NELLA PROVINCIA DI NOVARA

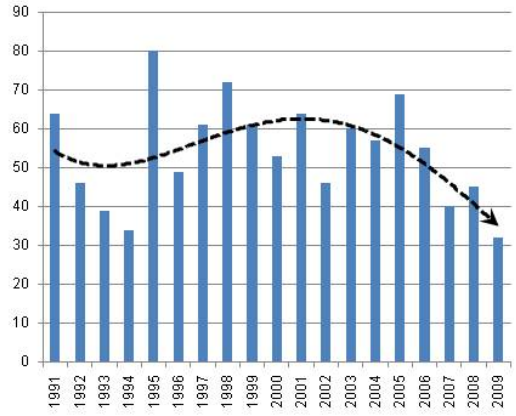
Con individuazione del tracciato della S.P. 11 Padana Superiore



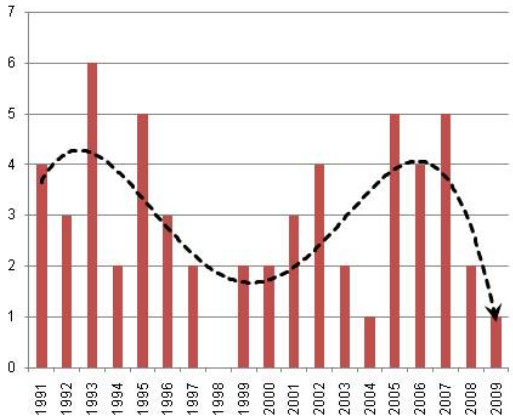
Elaborazioni RST-Ricerche e Servizi per il Territorio su dati Istat

S.P. 11 Padana Superiore - Incidentalità anni 1991 - 2009

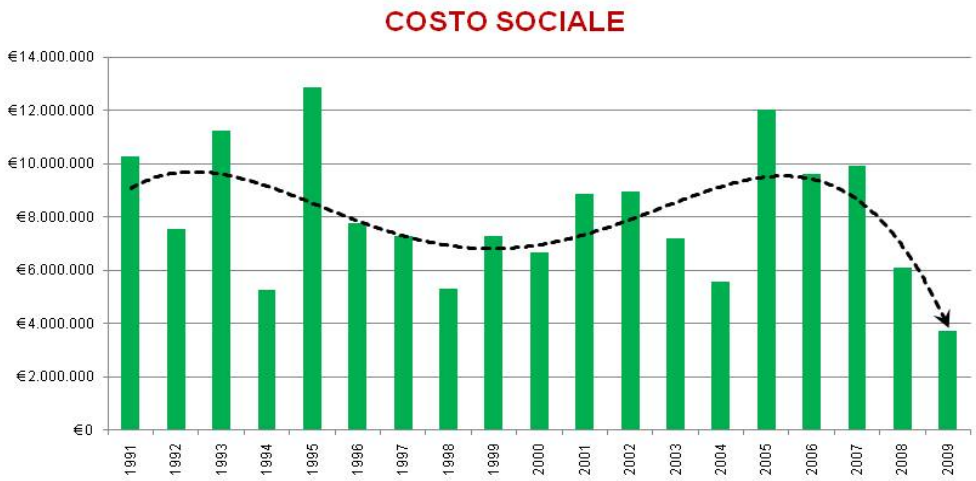
FERITI



MORTI



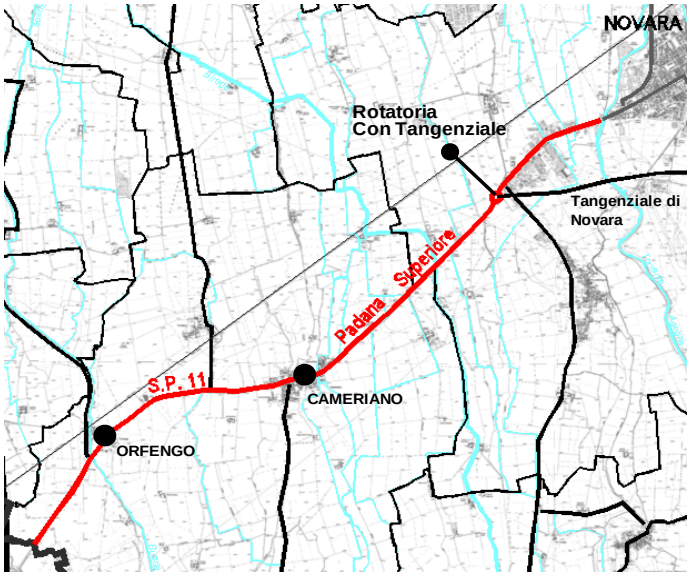
S.P. 11 Padana Superiore - Incidentalità anni 1991 - 2009



S.P. 11 Padana Superiore - 1 TRATTO

Caratteristiche:

- **Estesa 1 tratto km 10,654 (Inizio progr. km 82+590 fine progr. km 93+244)**
- **Curva pericolosa al km 85/86**
- **Attraversamenti centri abitati delle Frazioni di Casalino (Cameriano e Orfengo)**
- **Sezione a norma (m 10,50) per brevi tratti**
- **Traffico giornaliero di circa 15.000/16.000 veicolo al giorno con orario di punta di circa 1.200 veicoli/h**
- **In attesa costruzione varianti di Cameriano e Orfengo**



S.P. 11 Padana Superiore - 2° TRATTO

Caratteristiche:

- **Estesa 2° tratto km 12,620 (inizio progr. km 99+080 fine progr. km 111+700)**
- **Sezione a norma (m 10,50) su tutto il tratto**
- **Traffico giornaliero di circa 25.000/26.000 veicolo al giorno con orario di punta di circa 2.000 veicoli/h valori in diminuzione negli ultimi 3 km**
- **Centri commerciali con accessi non regolamentati**
- **Variante di Trecate**
- **Raffineria di San Martino di Trecate con traffico mezzi pesanti**

INTERVENTI EFFETTUATI
su S.P. 11 Padana Superiore

- **anni 2001-2004 – 3 Rotatorie in convenzione con CAV To-Mi (Consorzio Alta Velocità Torino - Milano) - 2° Tratto**

- **anno 2004 - Rotatoria con Tangenziale di Novara eseguita da ANAS S.p.a – 1° Tratto**

- **anno 2005 - PNSS 1° PROGRAMMA DI ATTUAZIONE Progetto Pilota Regione Piemonte – Provincia di Novara - 1° e 2° Tratto**

- **anno 2006 - Rotatoria bivio per Cerano progr. km 107+400 eseguita da Provincia di Novara - 2° Tratto**

- **anno 2008 - Rotatoria di Trecate Ovest progr. km 104+200 eseguita da Provincia di Novara - 2° Tratto**

PNSS 1° PROGRAMMA DI ATTUAZIONE
Progetto Pilota Regione Piemonte – Provincia di Novara anno 2005

1. ESECUZIONE INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PIANO VIABILE E DELLE BANCHINE IN TRATTI SALTUARI
tra le progr. km 87+450 e km 108+800 – Finanziato da Provincia Euro175.978,00

2. ESECUZIONE INTERVENTI INFRASTRUTTURALI IN TRATTI SALTUARI
tra le progr. km 84+250 e km 108+800 – Finanziato da Regione Euro 517.306,00

3. ESECUZIONE INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA SEGNALETICA VERTICALE
tra le progr. km 83+000 e km 91+300 - Finanziato da Regione Euro 135.000,00

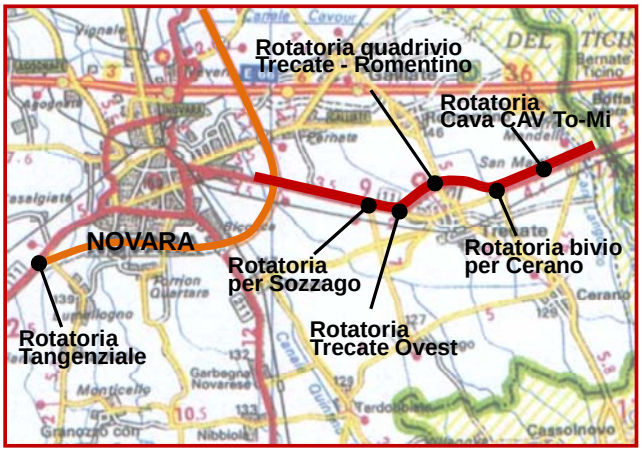
4. ESECUZIONE INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA SEGNALETICA VERTICALE
tra le progr. km 100+000 e km 111+000 - Finanziato da Regione Euro 315.000,00

5. ESECUZIONE INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE
tra le progr. km 82+590 e km 111+700 - Finanziato da Regione Euro 580.000,00

Totale Finanziato da Regione Piemonte	**Euro 1.547.306,00**
Totale Finanziato da Provincia di Novara	**Euro 175.978,00**
Totale	**Euro 1.723.284,00**

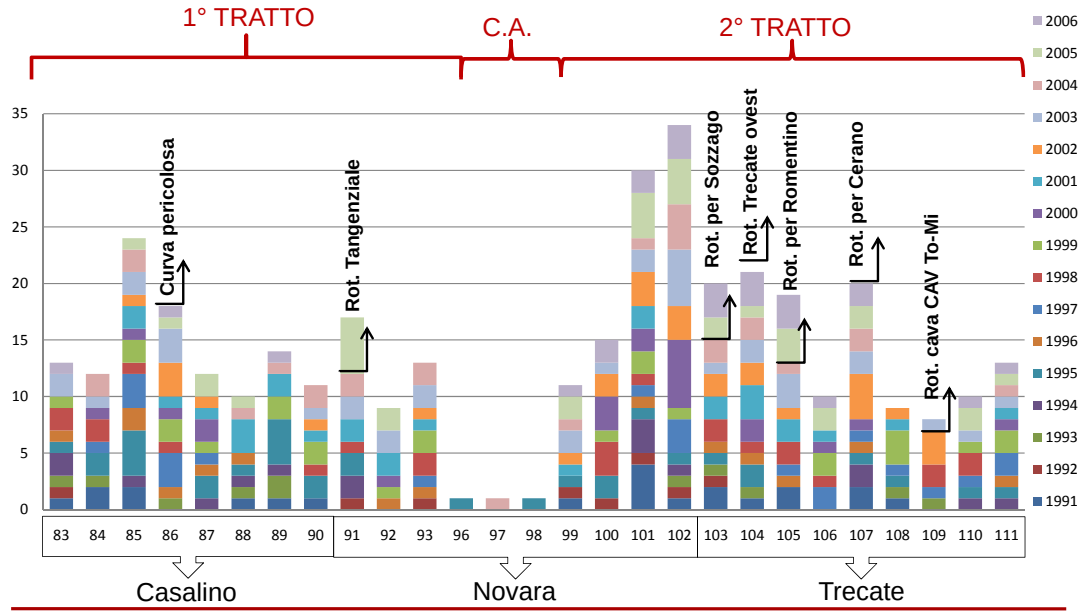
ROTATORIE ESEGUITE
S.P. 11 – Padana Superiore

- **Rotatoria con Tangenziale progr. km 91+000 (eseguita da ANAS S.p.a anno 2004)**
- **Rotatoria per Sozzago progr. km 103+200 (eseguita da CAV To-Mi terminata anno 2004)**
- **Rotatoria di Trecate Ovest progr. km 104+200 (eseguita da Provincia di Novara terminata luglio 2008)**
- **Rotatoria quadrivio Trecate – Romentino progr. km 105+700 (eseguita da CAV To-Mi terminata anno 2004)**
- **Rotatoria bivio per Cerano progr. km 107+400 (eseguita da Provincia di Novara terminata anno 2006)**
- **Rotatoria Cava CAV To-Mi per lavori linea Treno Alta Velocità Torino - Milano progr. km 109+750 (eseguita da CAV To-Mi costruita in maniera provvisoria anno 2002 terminata anno 2005)**

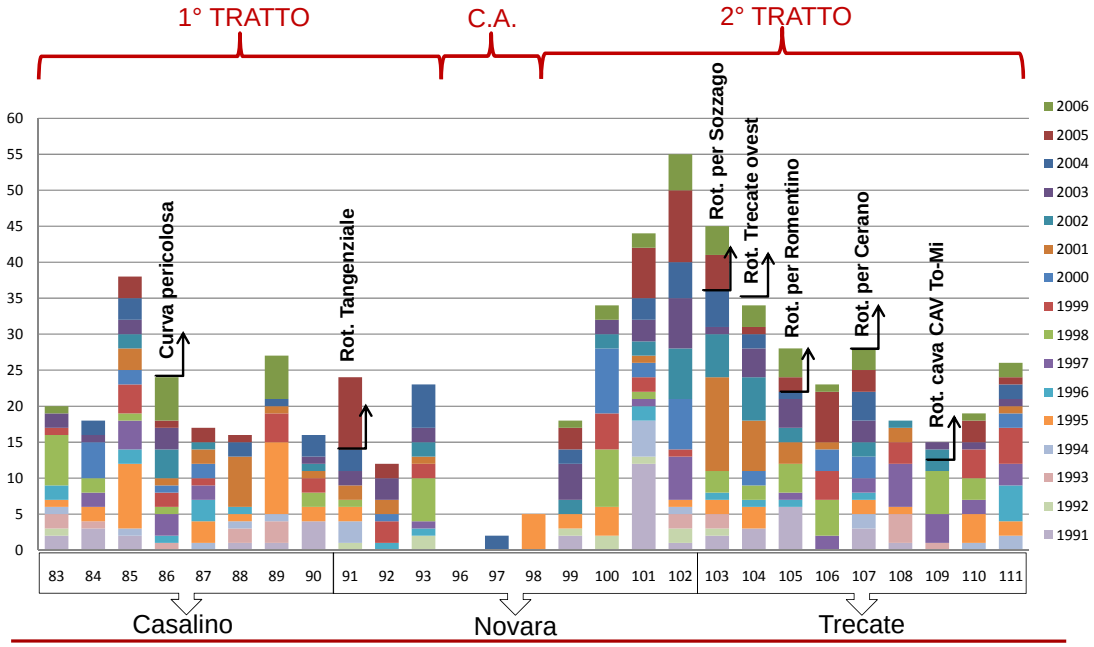


INIZIO LAVORI: gennaio 2002
TERMINE LAVORI: luglio 2008

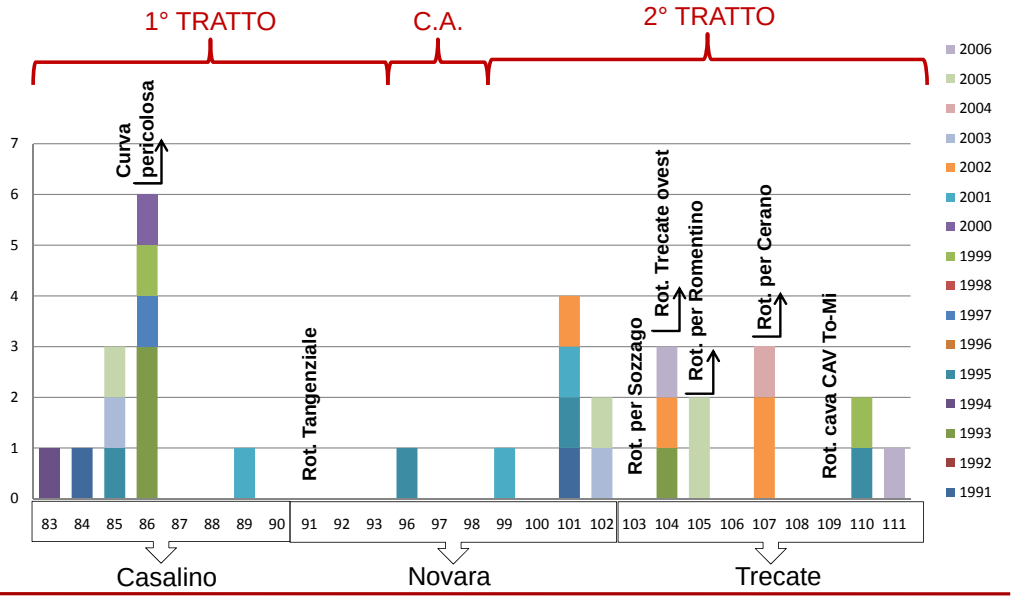
S.P. 11 - Incidenti per progressiva chilometrica dal 1991 al 2006



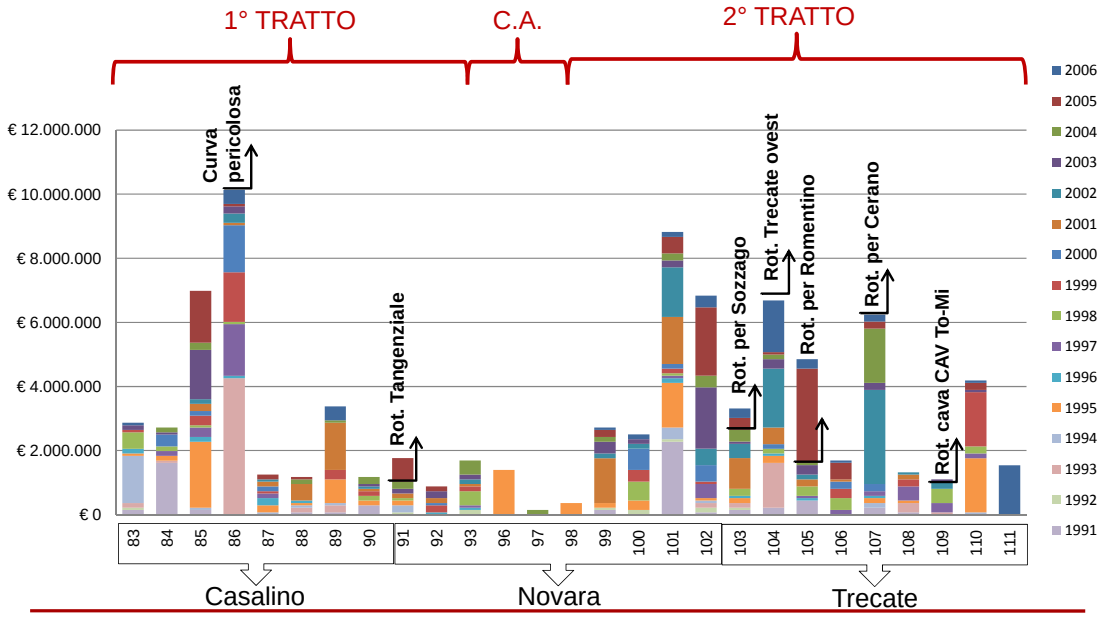
S.P. 11 – Feriti per progressiva chilometrica dal 1991 al 2006



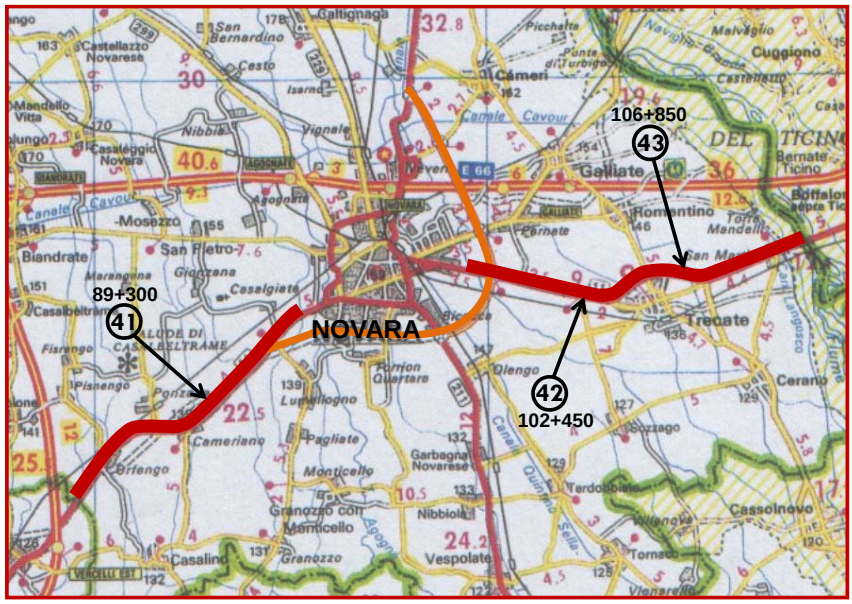
S.P. 11 – Morti per progressiva chilometrica dal 1991 al 2006



S.P. 11 – Costo Sociale per progressiva chilometrica dal 1991 al 2006



Stazioni di Rilevamento del Traffico



LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

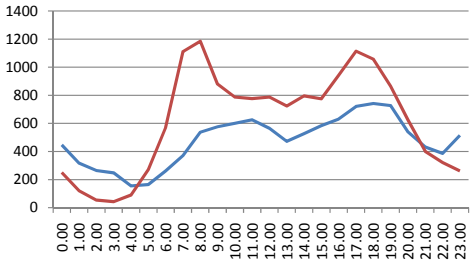
Stazioni di rilevamento del traffico

S.P. 11 Padana Superiore 2° tratto – Passaggio mezzi leggeri

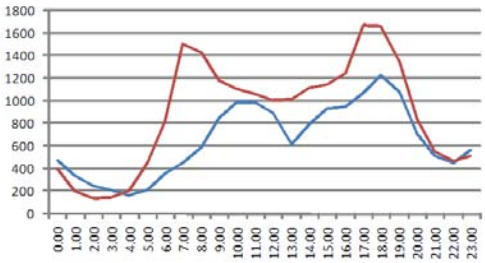
Stazione n. 42 km 102+450

Festivo
Feriale

Stazione n. 41 km 98+300



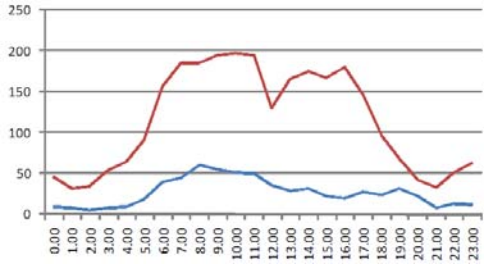
Stazione n. 43 km 106+850



Passaggio massimo n. 21.000 al giorno

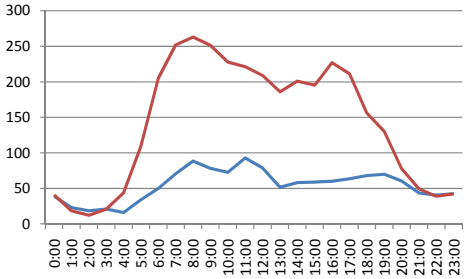
S.P. 11 Padana Superiore 2° tratto – Passaggio mezzi pesanti

Stazione n. 42 km 102+450

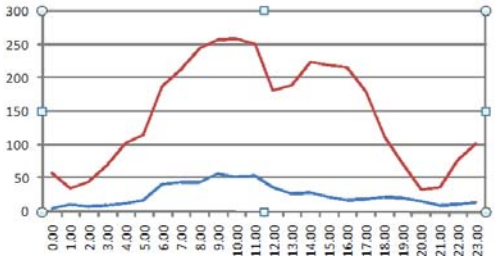


Festivo
Feriale

Stazione n. 41 km 98+300



Stazione n. 43 km 106+850



Passaggio massimo n. 2.000 al giorno

VITTIME E COSTO SOCIALE SULLA S.P. 11 Padana Superiore in Provincia di Novara
Media triennio 2001-2003

Num	TIPO	N°	Nome	kmTot	kmInc	INCIDENTI	INCIDENTI MORTALI	%	MORTI	FERITI	COSTO SOCIALE	Csmediox100km (*)	IG
3	SR	11	SR11	23,325	27	29,7	2,3	7,9%	2,7	45,3	7,05	30,25	5,6

VITTIME E COSTO SOCIALE SULLA S.P. 11 Padana Superiore in Provincia di Novara
Media triennio 2004-2006

Num	TIPO	N°	Nome	kmTot	kmInc	INCIDENTI	INCIDENTI MORTALI	%	MORTI	FERITI	COSTO SOCIALE	Csmediox100km (*)	IG
3	SR	11	SR11	23,325	27	23,3	1,7	7,1%	2,0	38,3	5,61	24,1	5,0

ELABORAZIONI RST SU DATI ISTAT

COSTO SOCIALE TRIENNIO 2001 – 2003 **7.050.000,00 Euro**
COSTO SOCIALE TRIENNIO 2004 – 2006 **5.610.000,00 Euro**
RIDUZIONE DEL COSTO SOCIALE **1.440.000,00 Euro**

RICORSIVITÀ TRIENNIO 2001 - 2003

TRATTE A MASSIMA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2001-2003						
	Nome	km	Ricorsività	INCIDENTI	INCIDENTI MORTALI	%	MORTI	FERITI	COSTO SOCIALE	IG
3	SR11	99	6	1,0	0,3	33,3%	0,3	2,0	0,61	14,3
4	SR11	101	6	2,0	0,7	33,3%	0,7	1,7	1,05	28,6
5	SR11	102	6	3,0	0,0	0,0%	0,3	5,3	0,86	5,9
6	SR11	103	6	1,7	0,0	0,0%	0,0	6,7	0,49	0,0
7	SR11	105	6	2,7	0,0	0,0%	0,0	4,3	0,32	0,0
8	SR11	107	6	1,7	0,3	20,0%	0,3	1,7	0,59	16,7
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità in tutti gli anni (6/6).										
TRATTE A ALTA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2001-2003						
10	SR11	85	5	1,7	0,3	20,0%	0,3	2,3	0,64	12,5
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 5 anni (5/6).										
TRATTE A MEDIA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2001-2003						
14	SR11	86	4	2,0	0,0	0,0%	0,0	2,3	0,17	0,0
15	SR11	90	4	1,0	0,0	0,0%	0,0	1,0	0,07	0,0
16	SR11	104	4	2,7	0,3	12,5%	0,3	4,7	0,81	6,7
17	SR11	111	4	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 4 anni (4/6).										
TRATTE A BASSA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2001-2003						
27	SR11	87	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	1,0	0,07	0,0
28	SR11	88	3	1,0	0,0	0,0%	0,0	2,3	0,17	0,0
29	SR11	89	3	0,7	0,3	50,0%	0,3	0,3	0,49	50,0
30	SR11	91	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	0,7	0,05	0,0
31	SR11	92	3	1,3	0,0	0,0%	0,0	1,7	0,12	0,0
32	SR11	93	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	0,7	0,05	0,0
33	SR11	100	3	1,0	0,0	0,0%	0,0	1,3	0,10	0,0
34	SR11	106	3	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
35	SR11	109	3	1,3	0,0	0,0%	0,0	1,3	0,10	0,0
36	SR11	110	3	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 3 anni (3/6).										

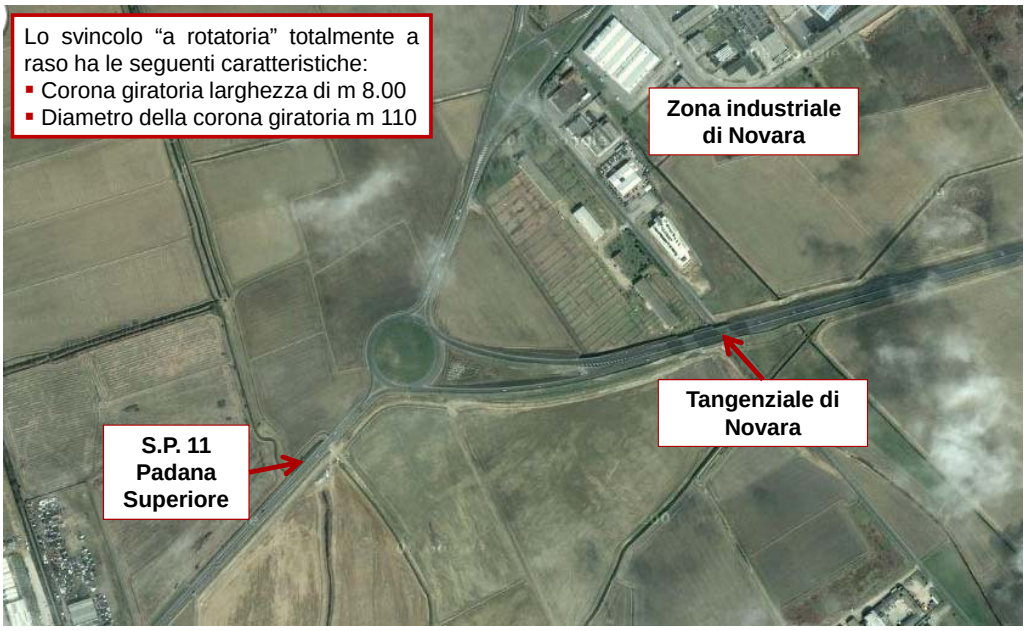
ELABORAZIONI RST SU DATI ISTAT

RICORSIVITÀ TRIENNIO 2004 - 2006

TRATTE A MASSIMA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2004-2006						
	Nome	km	Ricorsività	INCIDENTI	INCIDENTI MORTALI	%	MORTI	FERITI	COSTO SOCIALE	IG
3	SR11	99	6	1,3	0,0	0,0%	0,0	2,0	0,15	0,0
4	SR11	101	6	2,3	0,0	0,0%	0,0	4,0	0,29	0,0
5	SR11	102	6	3,3	0,3	10,0%	0,3	5,0	0,83	6,3
6	SR11	103	6	2,3	0,0	0,0%	0,0	4,7	0,34	0,0
7	SR11	105	6	1,3	0,3	25,0%	0,7	1,0	1,00	40,0
8	SR11	107	6	1,7	0,3	20,0%	0,3	2,7	0,66	11,1
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità in tutti gli anni (6/6).										
TRATTE A ALTA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2004-2006						
10	SR11	85	5	1,0	0,3	33,3%	0,3	2,0	0,61	14,3
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 5 anni (5/6).										
TRATTE A MEDIA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2004-2006						
14	SR11	86	4	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
15	SR11	90	4	0,7	0,0	0,0%	0,0	1,0	0,07	0,0
16	SR11	104	4	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
17	SR11	111	4	1,0	0,3	33,3%	0,3	1,7	0,59	16,7
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 4 anni (4/6).										
TRATTE A BASSA RICORSIVITA'*				MEDIA TRIENNIO 2004-2006						
27	SR11	87	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	0,7	0,05	0,0
28	SR11	88	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	1,0	0,07	0,0
29	SR11	89	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	2,3	0,17	0,0
30	SR11	91	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	1,3	0,10	0,0
31	SR11	92	3	0,3	0,0	0,0%	0,0	0,3	0,02	0,0
32	SR11	93	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	2,0	0,15	0,0
33	SR11	100	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	0,7	0,05	0,0
34	SR11	106	3	1,0	0,0	0,0%	0,0	2,7	0,20	0,0
35	SR11	109	3	0,0	0,0	0,0%	0,0	0,0	0,00	0,0
36	SR11	110	3	0,7	0,0	0,0%	0,0	0,7	0,05	0,0
*) Chilometriche stradali per le quali, dal 2001 al 2006, risultano condizioni di incidentalità almeno in 3 anni (3/6).										

ELABORAZIONI RST SU DATI ISTAT

ROTATORIA CON TANGENZIALE ANAS S.p.A. Progr. 91+000



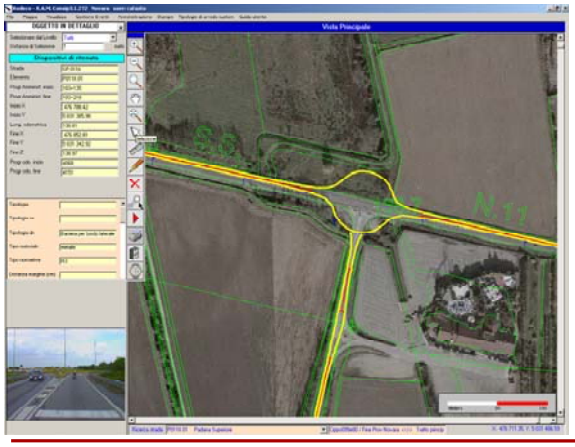
ROTATORIA DI SOZZAGO Progr. 103+200

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

ROTATORIA DI SOZZAGO Progr. 103+200

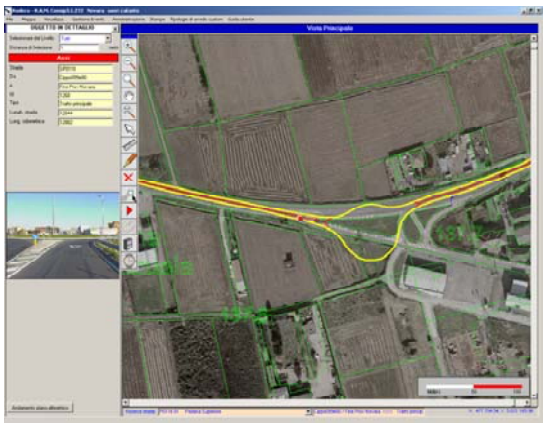
Lo svincolo “a rotatoria” totalmente a raso ha le seguenti caratteristiche:

- Raggio isola centrale m 25.00
- Corona giratoria larghezza di m 8.00
- Diametro della corona giratoria m 66



ROTATORIA DI TRECATE OVEST Progr. 104+200

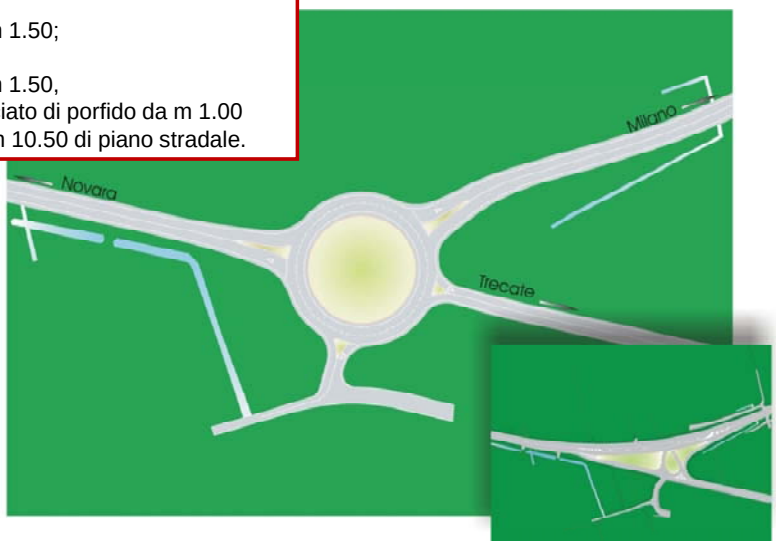
2° Piano Nazionale Sicurezza Stradale Euro 500.000,00
di cui Euro 250.000,00 finanziati da Regione Piemonte
e Euro 250.000,00 finanziati da Provincia di Novara



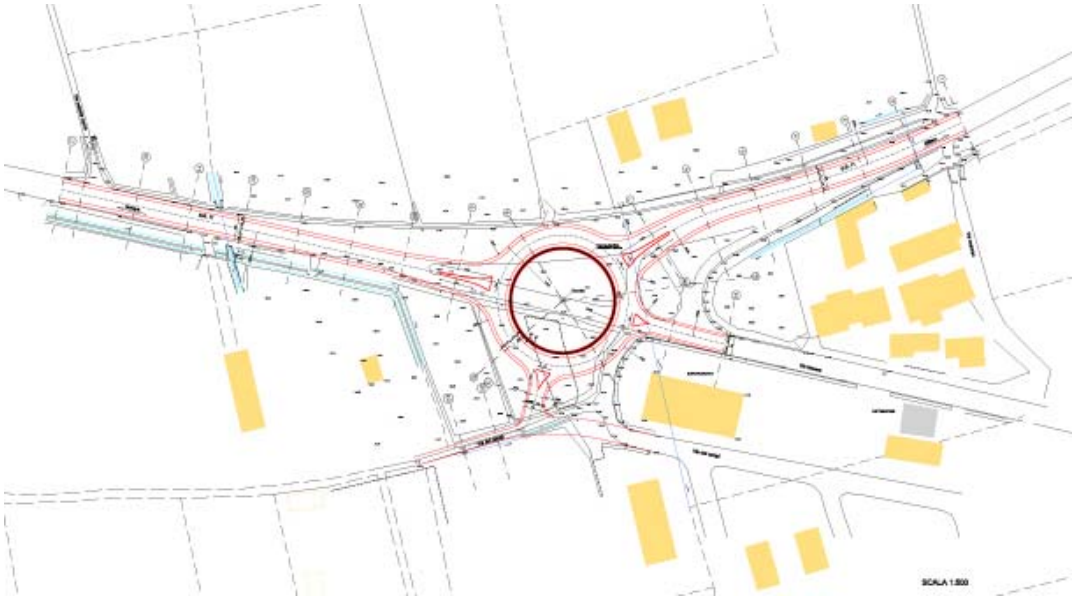
INIZIO LAVORI: gennaio 2008
TERMINE LAVORI: settembre 2008

ROTATORIA DI TRECATE OVEST

- Lo svincolo “a rotatoria” totalmente a raso ha le seguenti caratteristiche:
- Raggio esterno della rotatoria è di m 35.00
- Il piano viabile è costituito da (partendo dall’esterno):
- banchina bitumata da m 1.50;
- 2 corsie da m 3.75
- banchina bitumata da m 1.50,
- corona valicabile in selciato di porfido da m 1.00
- larghezza massima di m 10.50 di piano stradale.



ROTATORIA DI TRECATE OVEST



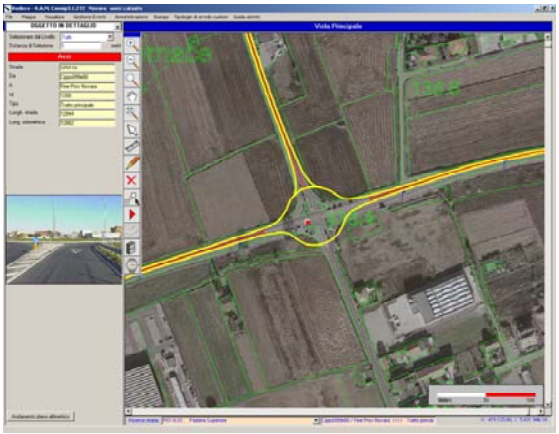
ROTATORIA PER ROMENTINO Progr. km 105+700

ROTATORIA PER ROMENTINO Progr. km 105+700

ROTATORIA PER ROMENTINO Progr. km 105+700

Lo svincolo “a rotatoria” totalmente a raso ha le seguenti caratteristiche:

- Raggio isola centrale m 25.00
- Corona giratoria larghezza di m 8.00
- Diametro della corona giratoria m 66



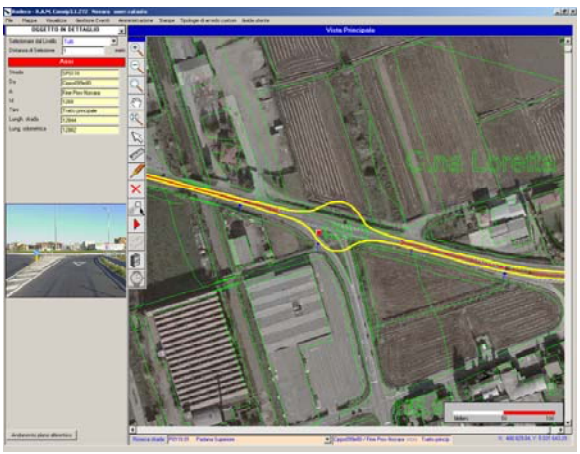
ROTATORIA PER CERANO Progr. km 107+400

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

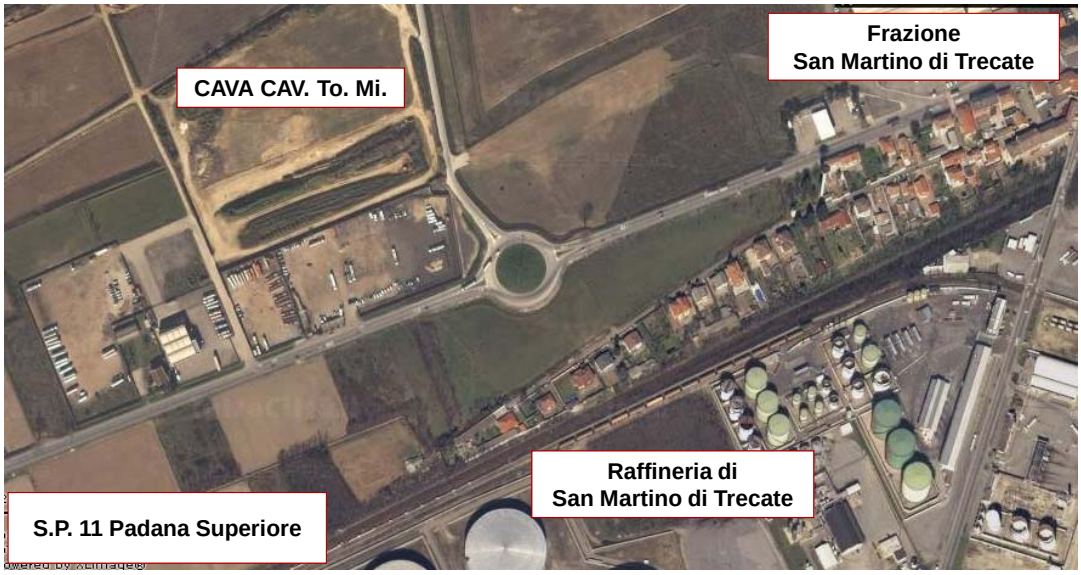
ROTATORIA PER CERANO Progr. km 107+400

Lo svincolo “a rotatoria” totalmente a raso ha le seguenti caratteristiche:

- Diametro isola centrale m 40.00
- Corona giratoria larghezza di m 7.50
- Diametro della corona giratoria m 55



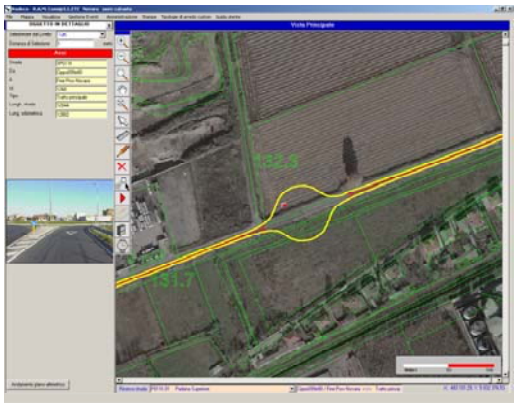
ROTATORIA CAVA CAV. To. Mi. Progr. km 109+750



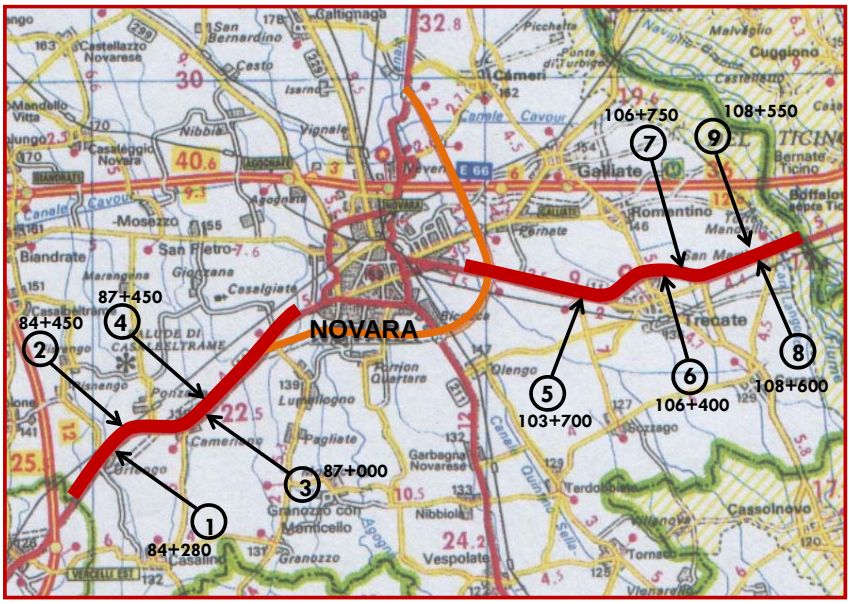
ROTATORIA CAVA CAV. To. Mi. Progr. km 109+750

Lo svincolo “a rotatoria” totalmente a raso ha le seguenti caratteristiche:

- Diametro isola centrale m 50.00
- Corona giratoria larghezza di m 8.00
- Diametro della corona giratoria m 66.00



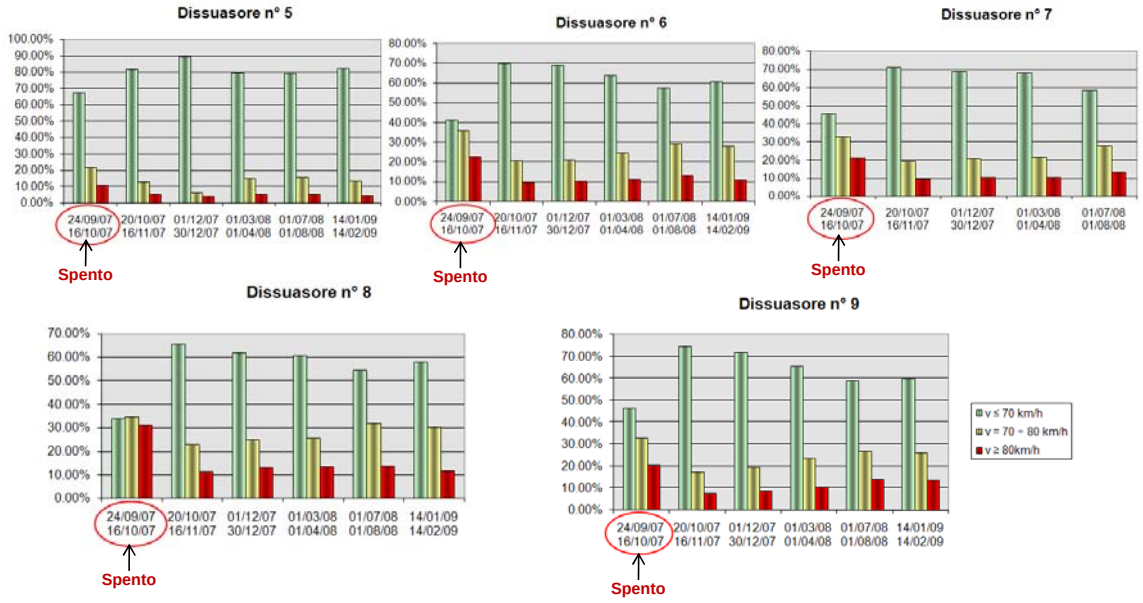
Dissuasori della velocità



LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Dissuasori della velocità

Velocità rilevata



2° TRATTO
Variante di Trecate
Esempi di segnaletica verticale replicata sulla pavimentazione

Tipologia organizzativa segnaletica verticale in prossimità rotatoria

Esempi di segnaletica luminosa

Esempi di segnaletica luminosa

- **Segnaletica luminosa sulle rotatorie flash diamantini e markers**
- **Visual a 30 led ad effetto flash – pannelli posti a 150 m con luci ø 210 mm fluororifrangente giallo-cedro**

Esempi di segnaletica orizzontale sperimentale

Esempi di segnaletica luminosa Markers

Esempi di segnaletica luminosa
Diamantini lungo cordolo rotatoria

Considerazioni conclusive:

SPESE:

▪ Progetto Pilota Regione Piemonte anno 2005		Euro 1.723.284,00
▪ Rotatoria con Tangenziale di Novara anno 2004 (stimati circa)		Euro 500.000,00
▪ Rotatoria di Trecate Ovest anno 2008		Euro 500.000,00
▪ Rotatoria di Cerano anno 2006		Euro 300.000,00
▪ Rotatorie CAV. To. Mi. costruite tra il 2002 e il 2005 (stimati circa)		Euro 1.200.000,00
	TOTALE SPESI	**Euro 4.223.284,00**

Costo sociale media periodo 2001-2007		Euro 8.893.734,00
Costo sociale 2008		Euro 6.102.263,00
	Riduzione al 2008	**Euro 2.791.471,00**

Costo sociale provvisorio anno 2009 presunto (75% dei dati definitivi) Euro 3.750.626,00

Azioni da programmare nel breve periodo:

- Monitorare i benefici ottenuti tramite i dati di futura acquisizione non solo in riferimento al costo sociale ma anche agli innegabili vantaggi di cui gode il flusso del traffico in termini di fluidità e di sensazione di sicurezza di guida e riduzione della microincidentalità
- Necessità di ulteriori interventi (Rotatoria a San Martino di Trecate programmata 2010)
- Verifica alta incidentalità tra le progr. km 101+000 e 102+000
- Regolamentazione tratti interessati dallo sviluppo urbanistico – centri commerciali
- Valutazione costi degli interventi per la manutenzione

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Settore Viabilità
Ufficio Sicurezza Stradale
Chiara Ravarelli
E-mail v.sicurezza@provincia.novara.it
Internet: www.sicurezzastradale.provincia.novara.it

LA PROVINCIA DI BIELLA

Emanuela Mantovani

Responsabile della Sicurezza Stradale della Provincia di Biella

Provincia
di Biella

COREP
REGIONE PIEMONTE
AIIT
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
Provincia di Biella
Gli interventi di moderazione del traffico nella Provincia di Biella: le intersezioni a rotatorie
Torino, Febbraio 2010
TORINO, 22 febbraio 2010
Redatto a cura del Settore Governo del territorio e trasporti
Servizi Sicurezza stradale e Trasporti
SEMINARIO

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006

TORINO, 22 febbraio 2010

SEMINARIO

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Nel predisporre il Piano nel 2006 ci siamo dati alcuni OBIETTIVI SPECIFICI:

- Migliorare il **livello di conoscenza** dei fenomeni nel campo della mobilità;
- Avviare in forma stabile il coordinamento tra i soggetti coinvolti nel governo della Sicurezza Stradale;
- Individuare le criticità su cui è necessario intervenire;
- Indicare gli interventi infrastrutturali ritenuti prioritari;
- Delineare le possibili azioni di comunicazione e formazione.

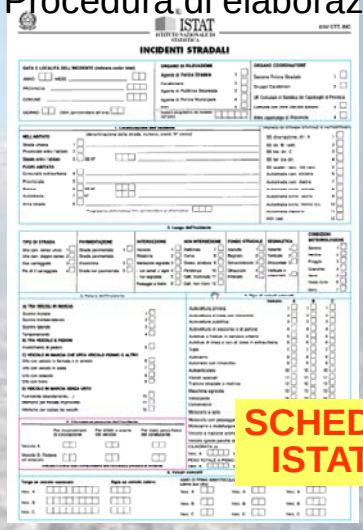
TORINO, 22 febbraio 2010

I dati raccolti all'interno del Sistema Informativo della Mobilità:

- Fin dal 1997 l'Amministrazione Provinciale di Biella rileva gli incidenti stradali avvenuti sulle strade Provinciali, Statali e Regionali del suo territorio, grazie alla collaborazione delle Forze dell'Ordine (Carabinieri, Polizia Stradale e Vigili Urbani dei Comuni di Biella e Cossato).
- Le rilevazioni avvengono attraverso la trasmissione alla Provincia delle schede ISTAT (mod. CTT.INC) relative a ciascun incidente e la loro elaborazione da parte degli uffici provinciali.
- I dati vengono organizzati in un database e georeferenziati sul grafo stradale.

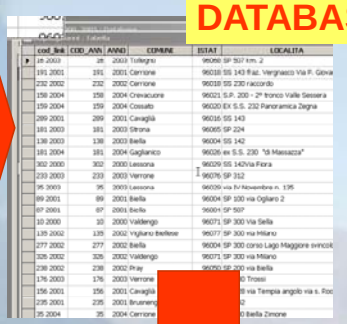
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

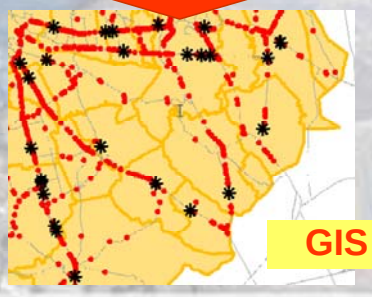
Dati SIMob: Procedura di elaborazione



SCHEDA ISTAT

DATABASE



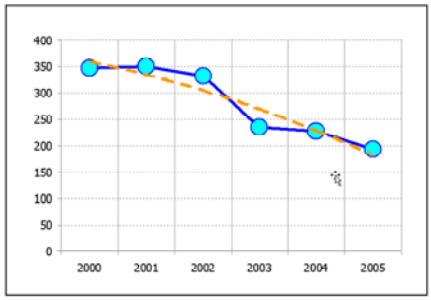


GIS

TORINO, 22 febbraio 2010
Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Dati SIMob 2000-2005: Principali indicatori

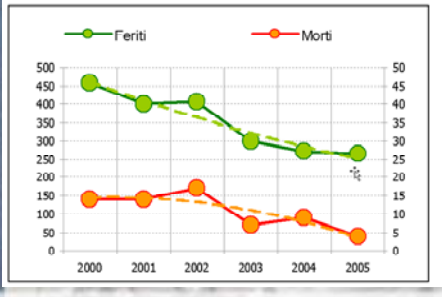


Incidenti su rete stradale di competenza provinciale

Numero complessivo

Anni 2000-2005
fonte ed elaborazione: Provincia di Biella

Anno	numero incidenti
2000	347
2001	350
2002	332
2003	236
2004	228
2005	193



Incidenti su rete stradale di competenza provinciale

Feriti e morti

Anni 2000-2005
fonte ed elaborazione: Provincia di Biella

Anno	numero feritii	numero morti
2000	458	14
2001	400	14
2002	408	17
2003	299	7
2004	271	9
2005	265	4

Già dai dati relativi alla rete di competenza provinciale 2000-2005 si può notare come sia il numero degli incidenti, sia il numero dei morti e feriti sia in calo

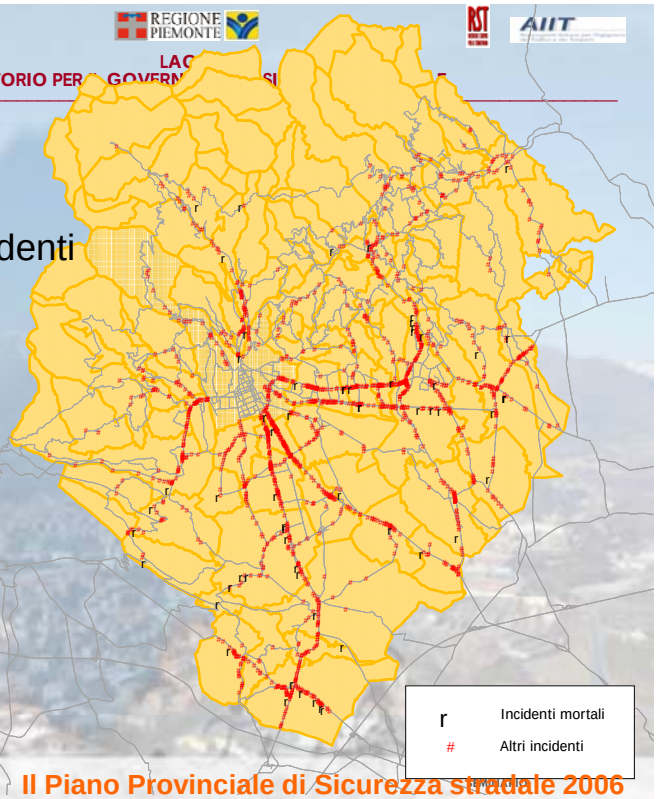
TORINO, 22 febbraio 2010

Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

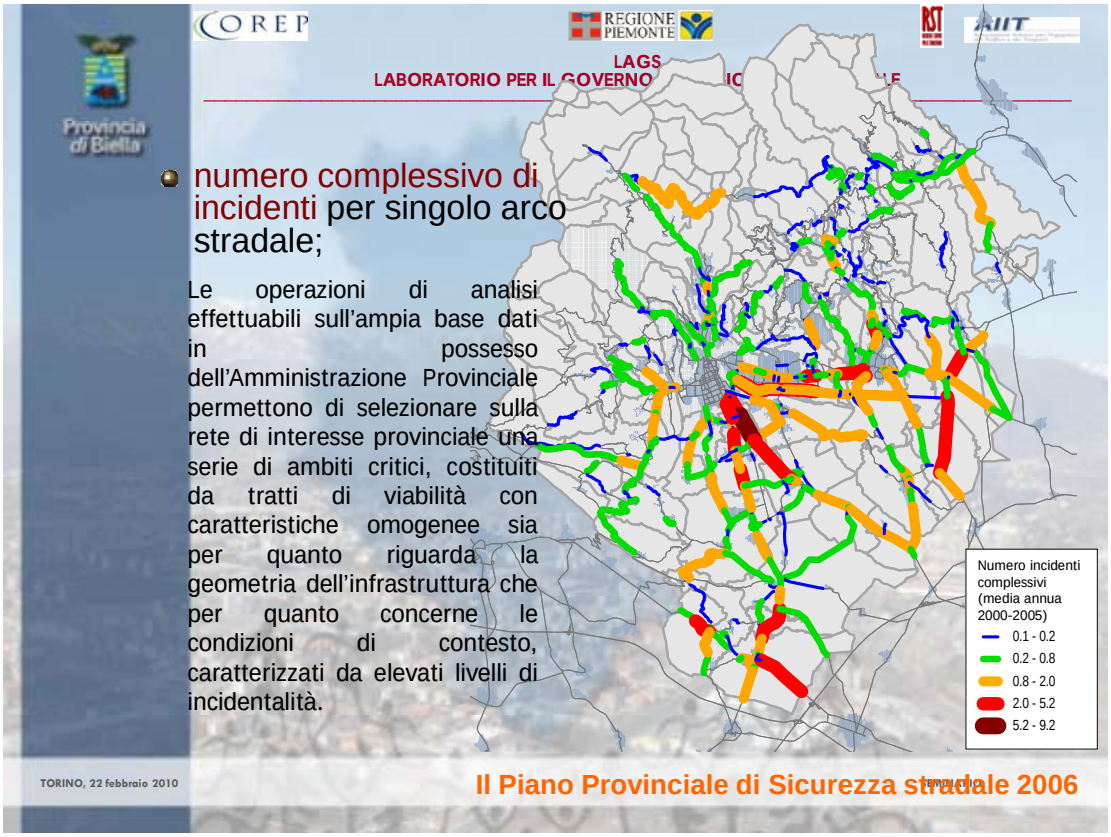
Dati SIMob 2000-2005: Localizzazione degli incidenti

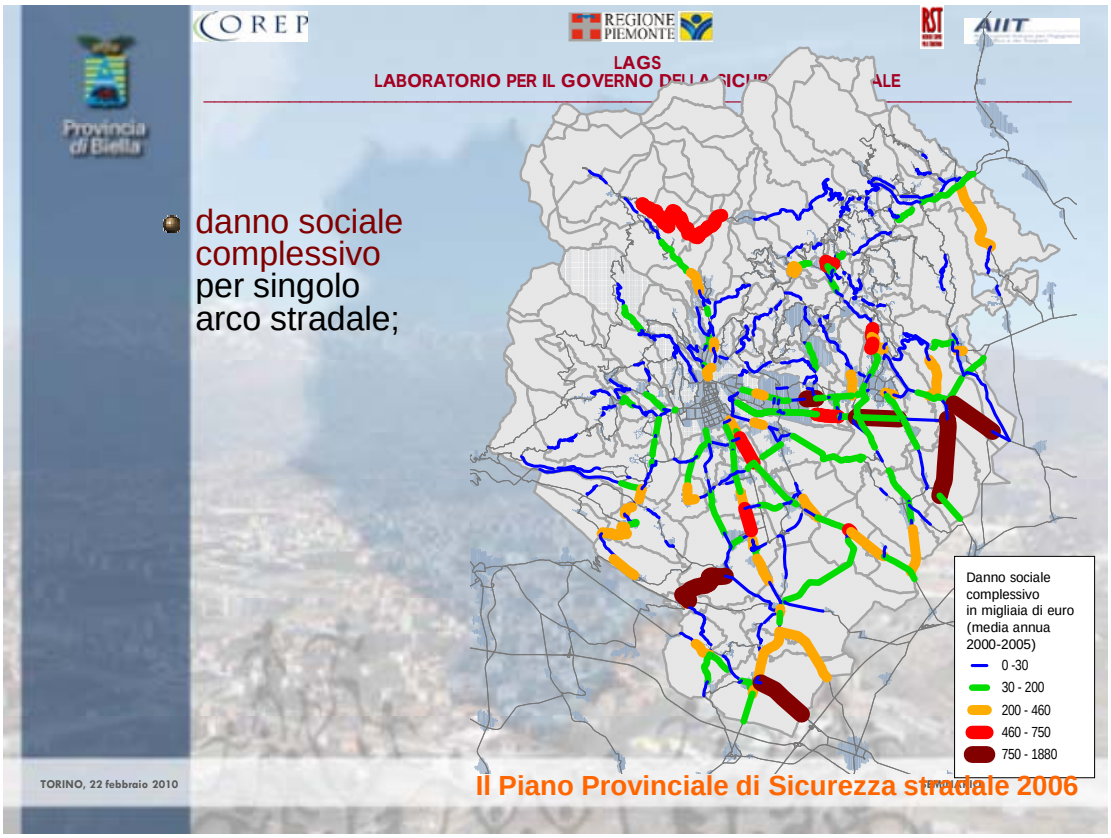
Attraverso la georeferenziazione di tutti i 1686 sinistri verificatisi nell'arco temporale oggetto di studio (2000-2005) è stato possibile ricostruire un quadro piuttosto completo dell'incidentalità sulla rete stradale biellese.



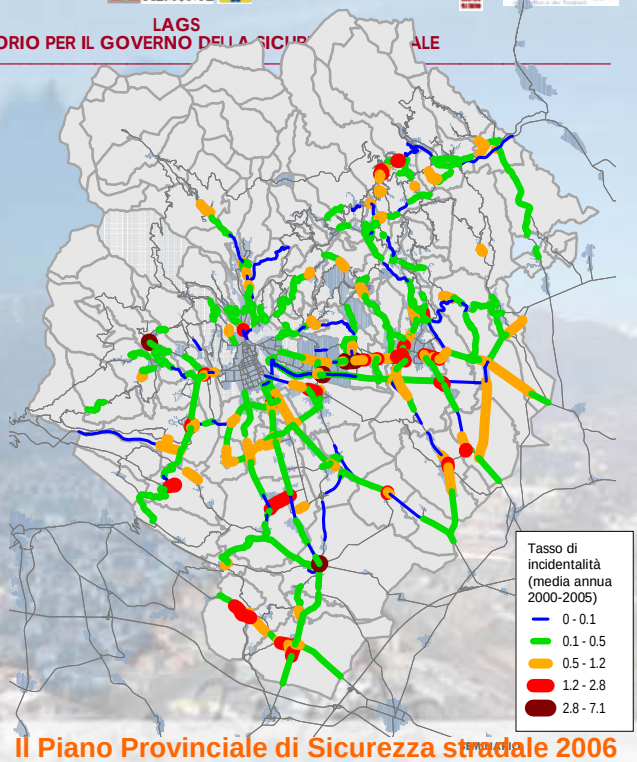
TORINO, 22 febbraio 2010

Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006


COREP
REGIONE PIEMONTE
RST
AIIT
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO
Provincia di Biella
numero complessivo di incidenti per singolo arco stradale;
Le operazioni di analisi effettuabili sull'ampia base dati in possesso dell'Amministrazione Provinciale permettono di selezionare sulla rete di interesse provinciale una serie di ambiti critici, costituiti da tratti di viabilità con caratteristiche omogenee sia per quanto riguarda la geometria dell'infrastruttura che per quanto concerne le condizioni di contesto, caratterizzati da elevati livelli di incidentalità.
Numero incidenti complessivi (media annua 2000-2005)
0.1 - 0.2
0.2 - 0.8
0.8 - 2.0
2.0 - 5.2
5.2 - 9.2
TORINO, 22 febbraio 2010
Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006


COREP
REGIONE PIEMONTE
RST
AIIT
LAGS
Provincia di Biella
danno sociale complessivo per singolo arco stradale;
Danno sociale complessivo in migliaia di euro (media annua 2000-2005)
0 -30
30 - 200
200 - 460
460 - 750
750 - 1880
TORINO, 22 febbraio 2010
Il Piano Provinciale di Sicurezza stradale 2006

- numero incidenti in rapporto alla lunghezza di ciascuna tratta stradale ed al flusso di traffico sulla medesima tratta.



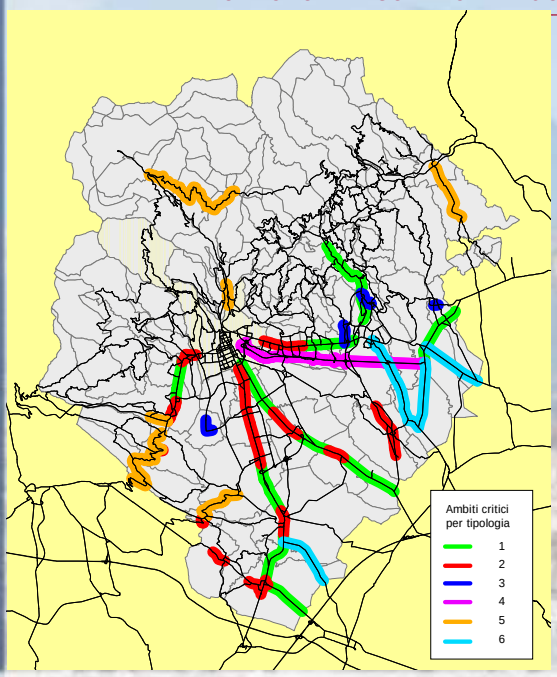
Individuazione ambiti critici:

L'applicazione dei criteri generali sopra descritti a ciascun arco costituente la rete stradale di competenza della Provincia di Biella ha permesso di evidenziare i principali ambiti critici, che rappresentano tratti omogenei di strada, sia per quanto riguarda la geometria dell'infrastruttura che per quanto concerne il contesto, caratterizzati da elevati livelli di incidentalità.

I 36 ambiti critici emersi dall'analisi qualitativa degli indicatori descritti al capitolo precedente, coprono circa 160 km di lunghezza, e realizzano quindi circa il 22% della rete stradale di interesse provinciale.

Il numero di incidenti in essi compreso, tuttavia, è più del 60% di quelli dell'intero territorio, mentre il danno sociale complessivo costituisce addirittura il 73% circa di quello calcolato sull'intera Provincia; se si considera soltanto il numero di vittime, all'interno degli ambiti critici avviene più dell'82% dei decessi rilevati sul territorio provinciale.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE



Gli ambiti critici:

Fra gli ambiti critici è possibile evidenziare alcune categorie tipologiche ricorrenti, per ciascuna delle quali è opportuno pensare che il Piano Provinciale della Sicurezza Stradale proponga un set di azioni omogenee.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

PIANO PROVINCIALE DELLA SICUREZZA STRADALE
AMBITI CRITICI

AMBITO 212 Cerrione Vergnasco

DESCRIZIONE

GEOMETRIA DELLA RETE STRADALE

DATI DI TRAFFICO

INCIDENTALITA' Periodo 2000-2005

INTERVENTI REALIZZATI O PROGRAMMATI

POSSIBILE APPROCCIO

Esempio di scheda descrittiva dell'ambito critico

Individuazione priorità di intervento:

Gli ambiti critici selezionati in base al metodo definito al punto precedente sono stati ulteriormente indagati, per essere classificati secondo un elenco di priorità funzionale alla programmazione di specifiche azioni nel campo del governo della sicurezza stradale.

La metodologia utilizzata per la classificazione degli ambiti critici si è basata su alcuni criteri oggettivi, a ciascuno dei quali è stato attribuito un peso.

I criteri sono desunti dalle "linee guida per le analisi di sicurezza delle strade", documento emanato dall'Ispettorato generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Casi studio esaminati

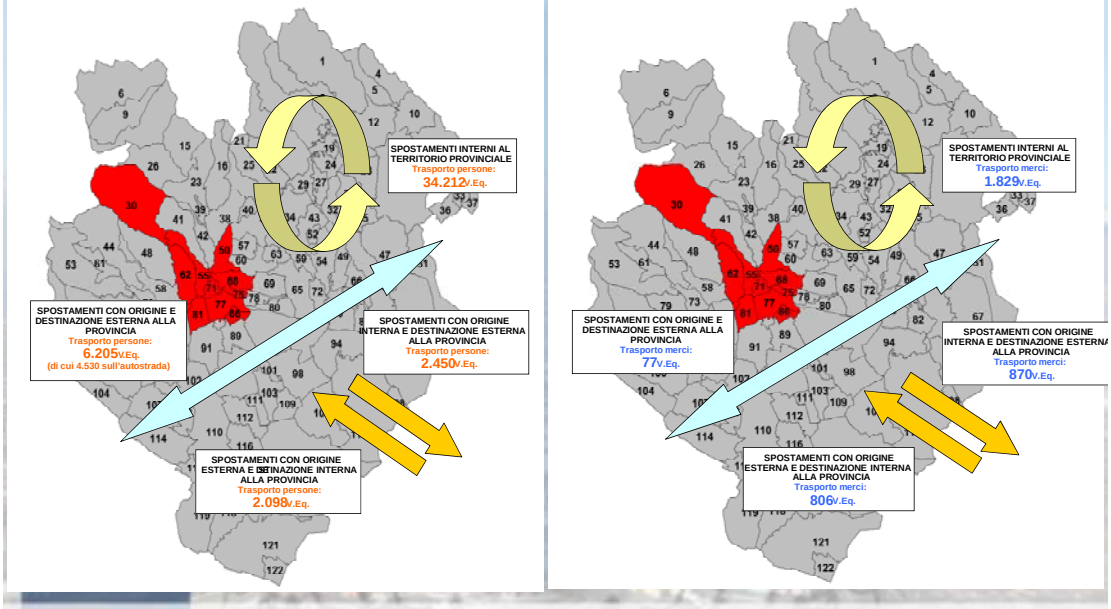
Ambito critico	Lunghezza tratta (km)	Criteri e pesi: incidentalità						Livello di rischio ambito	Criteri e pesi: livello di servizio				Livello di servizio ambito	Priorità di intervento
		Tasso di incidentalità medio 2000/2006 (incidenti per milione di veic*km)		Danno sociale annuo (valore assoluto)		Tasso di incremento o riduzione 2001-2005			TGM stimato		Rango della viabilità			
		3		2		1			1		1			
		somma valori	punti	somma valori	punti	somma valori ass.	punti		somma valori	punti	somma valori ass.	punti		
		20,40	300	25.328.471	200	47	100	600	281.884	100	40	100	200	
103 ex SS 143 – tratta Vergnasco – Santhià	11,17	0,276	4,05	3.363.226	26,56	0	-	30,61	13.248	4,70	2	4,56	9,26	283,31
101 ex SS 230 – tratta Biella – Villanova Biellese	11,24	0,392	5,76	1.971.072	15,56	0	-	21,32	14.812	5,25	2	4,56	9,81	209,17
105 SP 300 – tratta Valdengo – Cossato	3,77	1,301	19,13	1.705.549	13,47	0	-	32,60	8.003	2,84	1	2,56	5,39	175,87
106 ex SS 232 – tratta Cossato – Vallemosso	6,90	0,287	4,22	1.479.715	11,68	1	2,13	18,04	12.835	4,55	2	4,56	9,11	164,28
401 ex SS 142 variante – Biella – Cossato (superstrada)	34,13	0,160	2,35	2.508.955	19,81	1	2,13	24,29	6.082	2,16	2	4,56	6,71	163,04
207 Cavaglià (ex SS 228 - ex SS 593)	2,71	1,410	20,74	634.813	5,01	0	-	25,75	3.820	1,36	2	4,56	5,91	152,2
203 Salussola (ex SS 143)	1,77	0,279	4,10	475.213	3,75	2	4,26	12,11	14.320	5,08	2	4,56	9,64	116,69
205 Massazza (ex SS 230)	1,23	0,510	7,50	757.920	5,98	0	-	13,48	11.325	4,02	2	4,56	8,57	115,57
206 Mottalciata (ex SS 232)	4,03	0,511	7,52	325.584	2,57	3	6,38	16,47	6.074	2,15	2	4,56	6,71	110,54
502 ex SS 419 – tratta ex SS 338 – SP 406 (Mongrando)	1,31	1,060	15,58	59.850	0,47	2	4,26	20,31	2.310	0,82	2	4,56	5,38	109,16
212 Cerrione Vergnasco (ex SS 143)	3,04	0,261	3,83	1.153.333	9,11	0	-	12,94	15.239	5,41	1	2,56	7,96	103,03
208 Viverone (ex SS 228)	1,14	1,423	20,92	461.647	3,65	0	-	24,57	4.521	1,60	1	2,56	4,16	102,18
201 Occhieppo Inferiore (ex SS 338 - SP 500)	1,82	0,435	6,39	179.550	1,42	2	4,26	12,06	16.232	5,76	1	2,56	8,31	100,30
204 Verrone (ex SS 230)	2,43	0,290	4,27	199.500	1,58	2	4,26	10,10	14.460	5,13	2	4,56	9,69	97,82
214 Zubiena (ex SS 338)	0,53	1,657	24,37	46.683	0,37	2	4,26	28,99	2.101	0,75	1	2,56	3,30	95,70
213 Vigliano Biellese (SP 300)	2,91	0,461	6,78	668.329	5,28	1	2,13	14,19	10.945	3,88	1	2,56	6,44	91,33
210 Gaglianico (ex SS 143)	1,92	0,512	7,53	265.734	2,10	0	-	9,63	16.740	5,94	1	2,56	8,49	81,77
102 ex SS 142 – tratta Masserano S.Giacomo – Roasio	3,40	0,400	5,89	405.783	3,20	0	-	9,09	11.832	4,20	2	4,56	8,75	79,56
602 SP 315 – Castelletto Cervo – Masserano S. Giacomo	4,76	0,597	8,79	1.133.383	8,95	2	4,26	21,99	2.244	0,80	1	2,56	3,35	73,70
211 Sandigliano (ex SS 143)	2,22	0,416	6,12	345.933	2,73	0	-	8,85	16.181	5,74	1	2,56	8,30	73,42
501 SP 100 – tratta Biella Pavignano – Andorno Micca	1,67	0,167	2,45	388.630	3,07	2	4,26	9,78	12.733	4,52	1	2,56	7,07	69,14
107 ex SS 338 – tratta Biella - Mongrando	2,93	0,468	6,89	233.016	1,84	1	2,13	10,86	9.550	3,39	1	2,56	5,94	64,92
503 SP 400 – tratta Cerrione – Zimone	4,01	0,483	7,10	1.013.683	8,00	2	4,26	19,36	2.123	0,75	1	2,56	3,31	64,04
202 Mongrando (ex SS 338)	1,71	0,350	5,15	99.750	0,79	1	2,13	8,06	9.209	3,27	2	4,56	7,82	63,07
505 ex SS 338 – tratta Mongrando – valico della Serra	9,03	0,292	4,30	750.527	5,93	2	4,26	14,48	2.668	0,95	1	2,56	3,50	50,71
506 SP 236 – tratta Sostegno - Crevacuore	4,69	0,148	2,17	395.413	3,12	2	4,26	9,55	6.215	2,20	1	2,56	4,76	45,46
104 SP 315 – da SS142 variante a S.Giacomo Masserano	1,22	0,123	1,80	33.117	0,26	2	4,26	6,32	12.133	4,30	1	2,56	6,86	43,36
603 SP 317 – Masserano S.Giacomo - Rovasenda	4,52	0,380	5,58	1.355.630	10,70	2	4,26	20,54	4.183	1,48	0	0,56	2,04	41,89
209 Zimone (SP 400)	1,00	0,202	2,96	328.780	2,60	2	4,26	9,82	2.317	0,82	1	2,56	3,38	33,16
304 Brusnengo	0,34	0,330	4,85	328.780	2,60	2	4,26	11,70	4.169	1,48	0	0,56	2,03	23,80
303 Quaregna	1,35	0,202	2,98	341.947	2,70	2	4,26	9,93	5.027	1,78	0	0,56	2,34	23,23
601 SP 313 – Cossato – Castelletto Cervo	7,51	0,411	6,04	213.066	1,68	1	2,13	9,85	4.514	1,60	0	0,56	2,16	21,24
504 SP 115 – tratta Bocch.Sessera – Campiglia Cervo	11,20	1,640	24,12	678.120	5,35	2	4,26	33,73	200	0,07	0	0,56	0,63	21,13
302 Borriana	1,25	0,609	8,96	341.947	2,70	2	4,26	15,92	1.804	0,64	0	0,56	1,20	19,03
604 SP 322 – Salussola - Brianco	4,32	1,585	23,31	335.563	2,65	2	4,26	30,22	200	0,07	0	0,56	0,63	18,93
301 Lessona	1,59	0,375	5,51	348.730	2,75	2	4,26	12,52	1.518	0,54	0	0,56	1,09	13,70

Qualsiasi intervento di pianificazione e trasformazione del territorio non può prescindere da un'accurata analisi del fenomeno della mobilità; ogni previsione deve essere valutata attentamente, in termini di nuovi carichi indotti sulle reti di comunicazione in funzione degli obiettivi più generali di sostenibilità.

L'Amministrazione Provinciale di Biella, pertanto, ha inteso predisporre sul tema uno specifico studio, che nasce dall'esigenza di valutare le criticità del sistema di mobilità locale, sia in termini di scenari attuali, sia nella prospettiva della crescita della mobilità prevista negli anni futuri. La realizzazione dei nuovi interventi infrastrutturali previsti dovrà essere in grado di assorbire tale crescita e anche di eliminare gli elementi di criticità già oggi presenti, verificando e indirizzando gli strumenti di pianificazione territoriale, primo fra tutti il Piano Territoriale Provinciale (PTP).

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

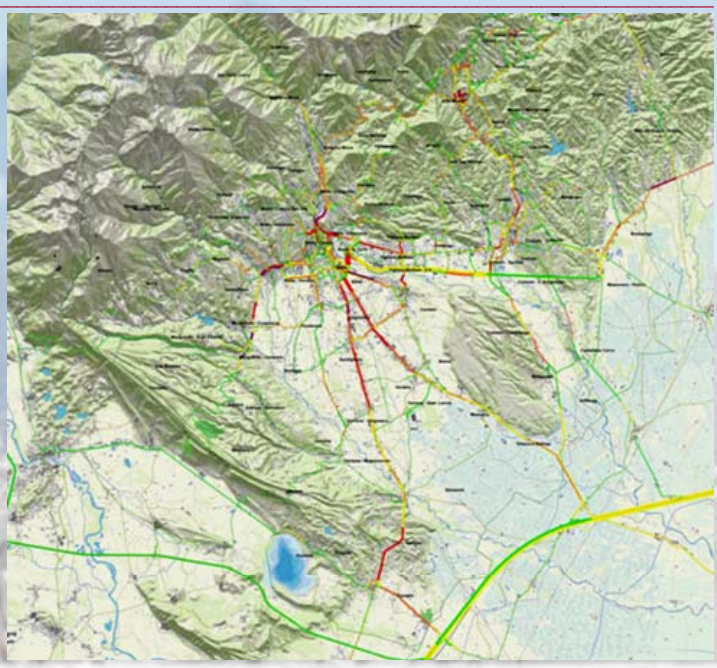
La matrice della mobilità privata per il trasporto persone e delle merci



TORINO, 22 febbraio 2010
Il Modello di simulazione del traffico veicolare 2005

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Grado di congestione della circolazione



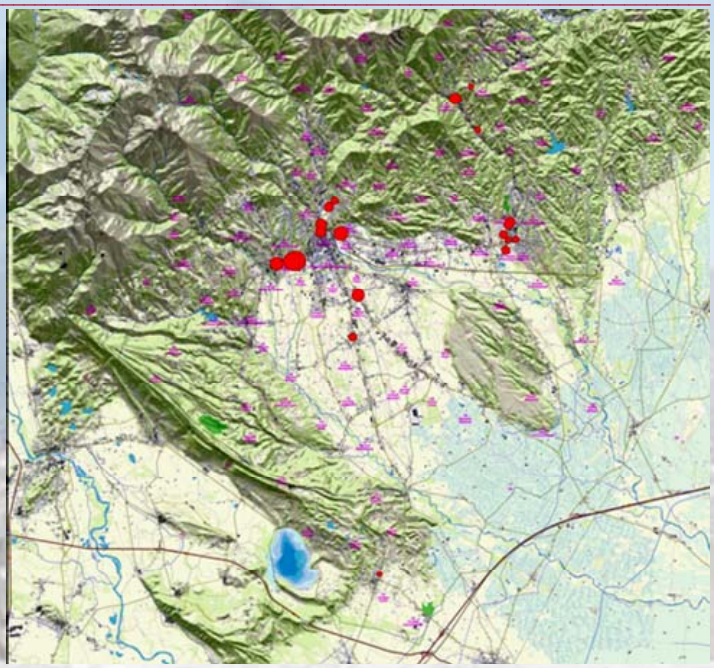
TORINO, 22 febbraio 2010

SEMINARIO

Il Modello di simulazione del traffico veicolare 2005

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Grado di congestione delle intersezioni



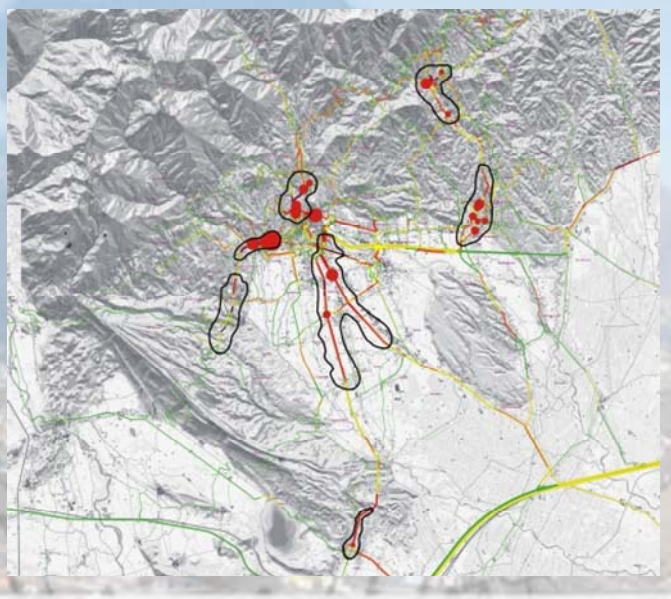
TORINO, 22 febbraio 2010

SEMINARIO

Il Modello di simulazione del traffico veicolare 2005

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Rappresentazione cartografica delle **situazioni di congestione della circolazione**, emerse dall'assegnazione al modello della matrice degli spostamenti dell'ora di punta del mattino **(7.30-8.30)**



TORINO, 22 febbraio 2010

SEMINARIO

Il Modello di simulazione del traffico veicolare 2005

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Le realizzazioni

TORINO, 22 febbraio 2010

SEMINARIO

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

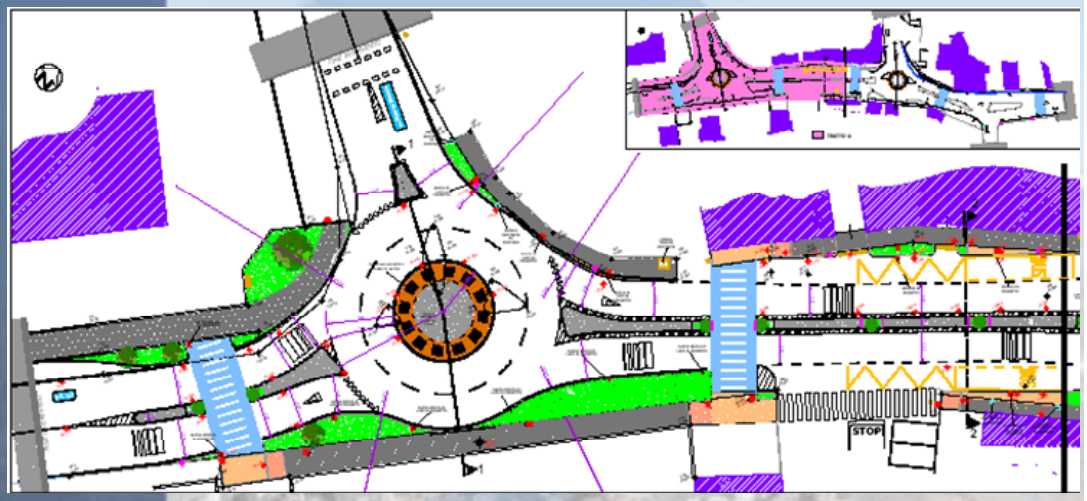
Gli interventi casi studio:
Sistemazione tratto della SP ex SR 143
Comune di Cerrione

Prima

Dopo

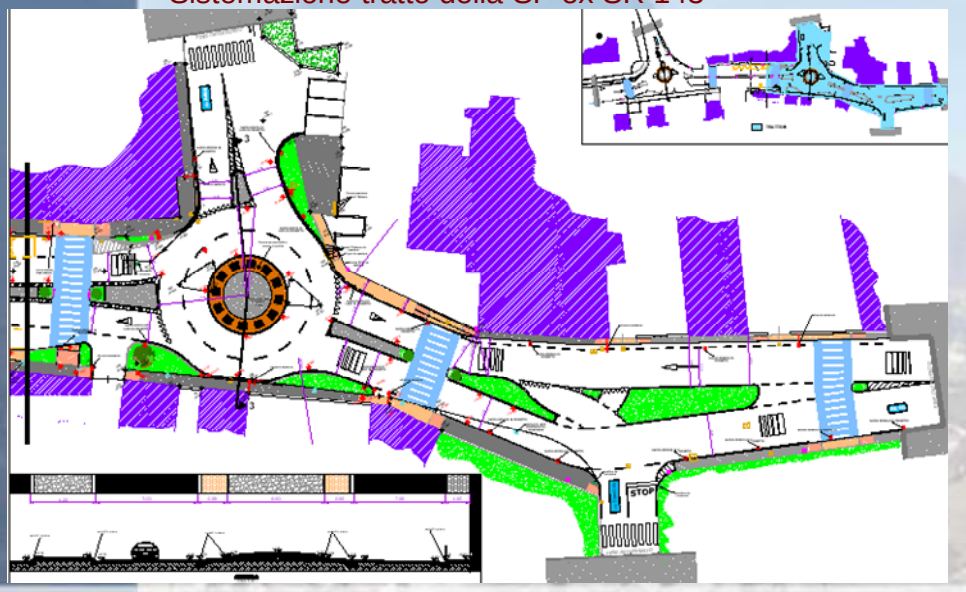
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Cerrione
Sistemazione tratto della SP ex SR 143



LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Cerrione
Sistemazione tratto della SP ex SR 143

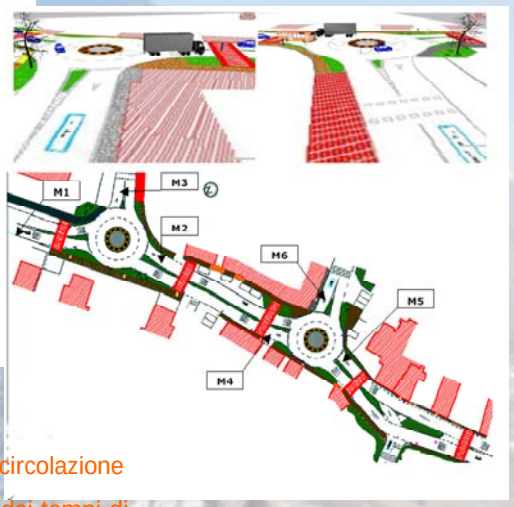


TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Cerrione
Sistemazione tratto della SP ex SR 143

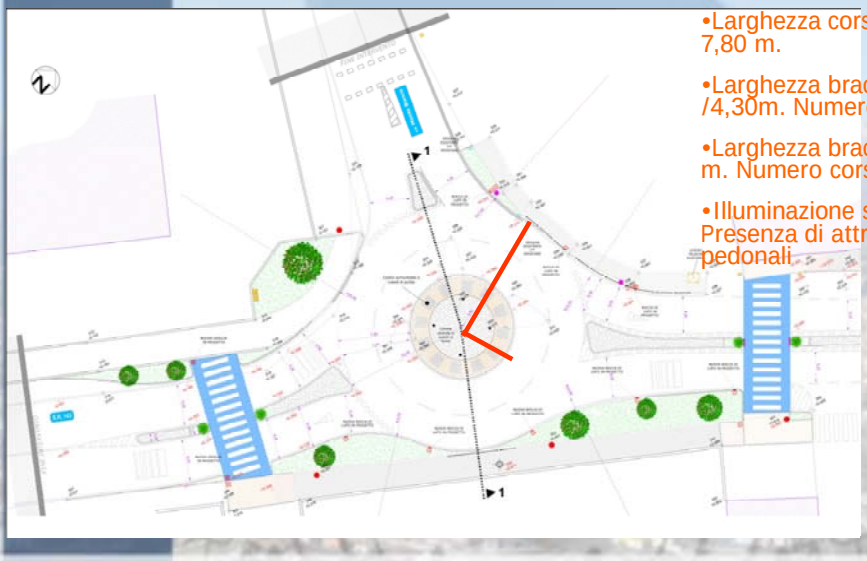


- Rilievi flussi del traffico
- Modello di microsimulazione dinamica della circolazione
- Verifiche di funzionalità delle svolte, calcolo dei tempi di percorrenza

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE



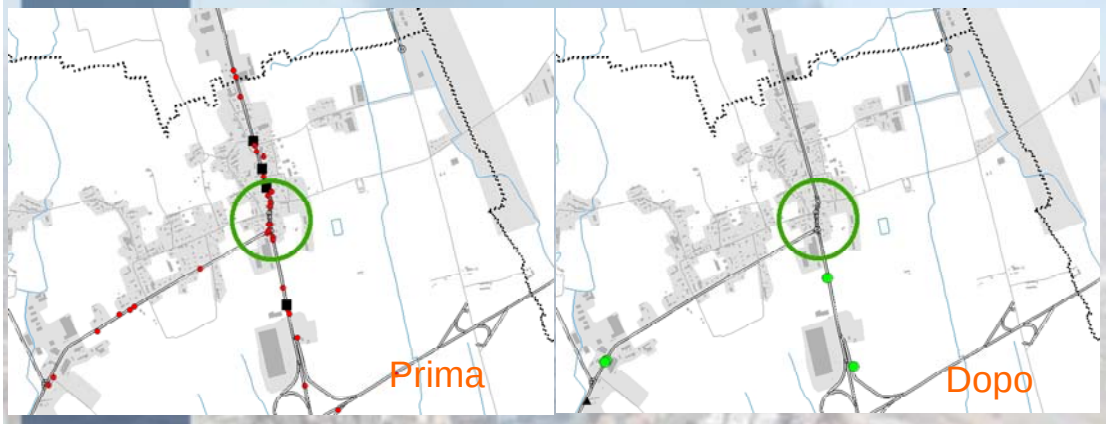
- R esterno 13,30 m.
- R isola centrale 3,50 + corona sormontabile 2,00 m.
- Larghezza corsia nella corona 7,80 m.
- Larghezza bracci in ingresso 4,10 /4,30m. Numero corsie 1
- Larghezza bracci in uscita 4,50 m. Numero corsie 1
- Illuminazione sui bracci - Presenza di attraversamenti pedonali

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

- Realizzato da Provincia di Biella (con contributo della Regione sul 1 programma del PNSS) progettazione esterna
- Dall'entrata in esercizio (fine 2006) l'intervento è sottoposto a monitoraggio dell'incidentalità stradale : **non si sono verificati incidenti dopo la realizzazione**



Incidenti con morti e feriti 2000/2005

Incidenti con morti e feriti 2006/2008

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Cerrione
Sistemazione tratto della SP ex SR 143

ANNO	NUMERO INCIDENTI	N. FERITI	N. MORTI
1998	5	5	1
1999	7	7	0
2000	4	6	0
2001	1	0	1
2002	1	1	0
2003	2	1	1
2004	2	2	0
2005	5	6	1
Totale 98/05		28	4
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	2	4	0
Totale 06/08		4	0

Costo sociale medio annuo prima intervento: € 954.926
Costo sociale medio annuo dopo intervento: € 98.175

Saldo positivo € 856.751

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

COSTI INTERVENTO:

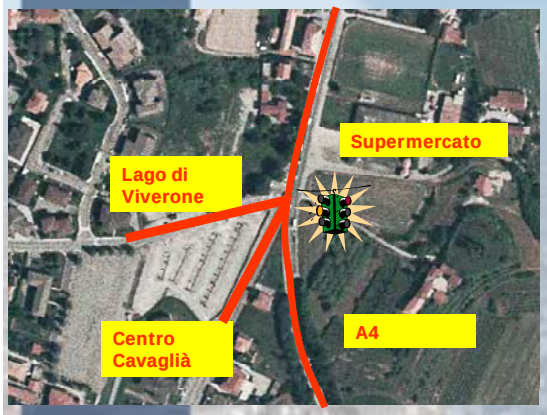
Importo esecuzione lavori	222.785 €
Oneri per la sicurezza	4.150 €
Somme a disposizione	74.214 €
TOTALE	300.000 €

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Gli interventi casi studio:
Sistemazione tratto della SP ex SR 143
Comune di Cavaglià

Prima



Dopo

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

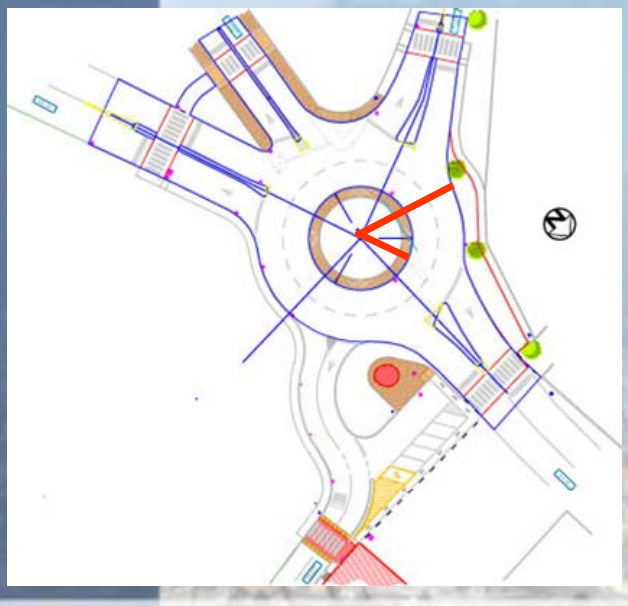
Comune di Cavaglià
Sistemazione tratto della SP ex SR 143

L'incrocio era caratterizzato da impianto semaforizzato

Flussi 2006 10.600 VG

Flussi 2009 11.800 VG

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE



- R esterno 20,00 m.
- R isola centrale 8,00 + corona sormontabile 2,00 m.
- Larghezza corsia nella corona 10,00 m
- Larghezza bracci in ingresso 4,50 /6,50m.
- Larghezza bracci in uscita 4,00/7,00 m.
- Illuminazione centrale - Presenza di attraversamenti pedonali

TORINO, 22 febbraio 2010

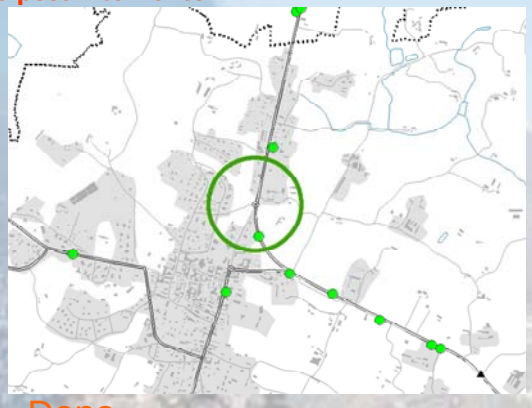
Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

- Realizzato da Provincia di Biella - progettazione esterna
- Dall'entrata in esercizio (2006) l'intervento è sottoposto a monitoraggio dell'incidentalità stradale: **non sono più avvenuti incidenti all'intersezione post intervento**

Prima

Incidenti con morti e feriti 1998/2005



Dopo

Incidenti con morti e feriti 2006/2008

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

ANNO	NUMERO INCIDENTI	N. FERITI	N. MORTI
1998	4	4	0
1999	5	5	0
2000	10	17	2
2001	10	15	0
2002	8	15	1
2003	2	2	0
2004	0	0	0
2005	3	4	0
Totale 98/05		62	3
2006	0	0	0
2007	5	7	1
2008	6	10	0
Totale 06/08		17	1

Costo sociale medio annuo prima intervento: € 1.093.553
Costo sociale medio annuo dopo intervento: € 882.054

Saldo positivo € 211.499

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

COSTI INTERVENTO:

Importo esecuzione lavori	145.002,19 €
Oneri per la sicurezza	9.934,88 €
Somme a disposizione	65.062,93 €
TOTALE	220.000,00 €

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

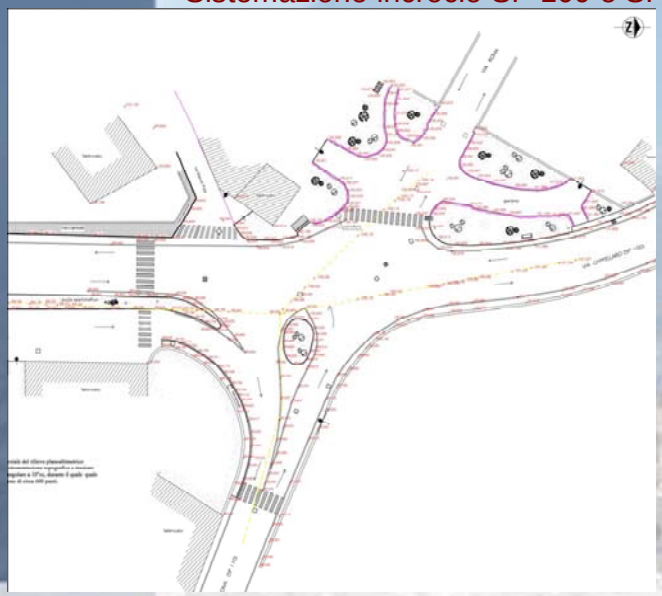
Gli interventi casi studio:
Sistemazione incrocio SP 100 e SP 110
Comune di Sagliano Micca

Prima

Dopo

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Sagliano Micca
Sistemazione incrocio SP 100 e SP 110



L'incrocio era caratterizzato da impianto semaforizzato e dalla presenza dei numerosi accessi privati

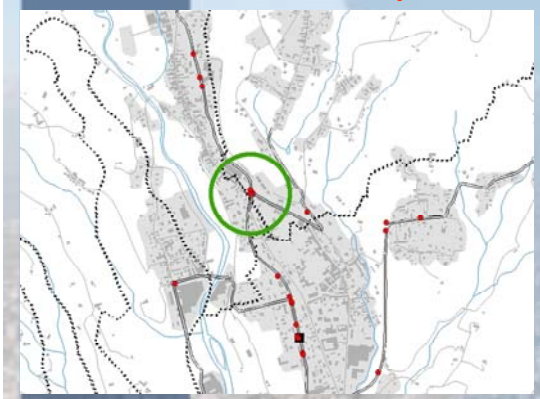
Per la predisposizione del progetto è' stato effettuato uno studio accurato dei flussi di traffico e una rilevazione dei flussi pedonali dell'intera area

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

- R esterno 13,00 m.
- R isola centrale 4,00 + corona sormontabile 1,50 m.
- Larghezza corsia nella corona 7,50 m.
- Illuminazione centrale - Presenza di attraversamenti pedonali
- Sistemazione golfo fermata TPL

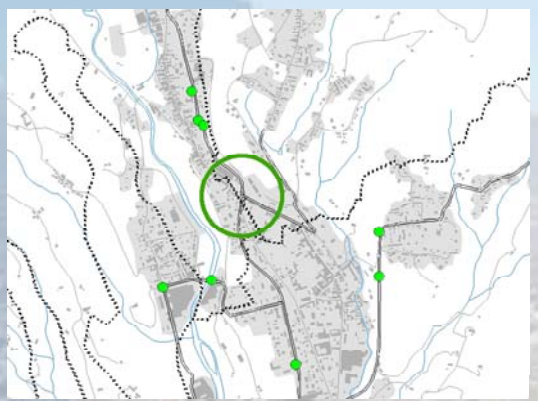
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

- Realizzato da Provincia di Biella - progettazione esterna
- Dall'entrata in esercizio (2006) l'intervento è sottoposto a monitoraggio dell'incidentalità stradale: **non sono più avvenuti incidenti post realizzazione**



Prima

Incidenti con morti e feriti 1998/2005



Dopo

Incidenti con morti e feriti 2006/2008

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Comune di Sagliano Micca
Sistemazione incrocio SP 100 e SP 110

ANNO	NUMERO INCIDENTI	N. FERITI	N. MORTI
1998	4	4	0
1999	3	3	1
2000	5	7	0
2001	3	3	0
2002	2	2	0
2003	0	0	0
2004	0	0	0
2005	1	2	0
2006	1	1	0
totale 98/06		22	1
2007	2	2	0
2008	1	1	0
totale 07/08		3	0

Costo sociale medio annuo prima intervento: € 334.924
Costo sociale medio annuo dopo intervento: € 110.447

Saldo positivo € 224.477

TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

COSTI INTERVENTO:

Importo esecuzione lavori	128.976,49 €
Oneri per la sicurezza	11.657,67 €
Somme a disposizione	67.417,11 €
TOTALE	207.976,49 €

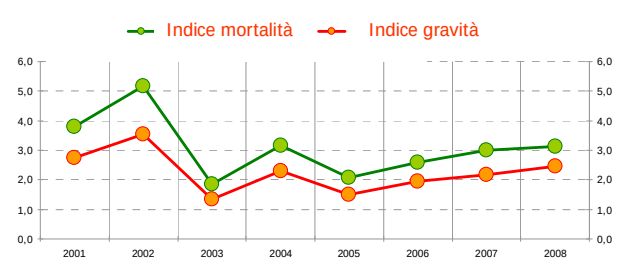
TORINO, 22 febbraio 2010

Le realizzazioni

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Gli obiettivi della Provincia di Biella (dati ISTAT 2001-2008):

anno	Numero incidenti	Numero morti	Nunero feriti
2001	632	24	853
2008	449	14	556
	-29%	-41%	-34%

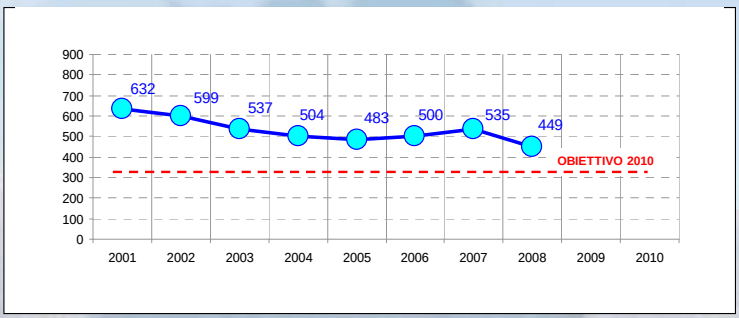


TORINO, 22 febbraio 2010

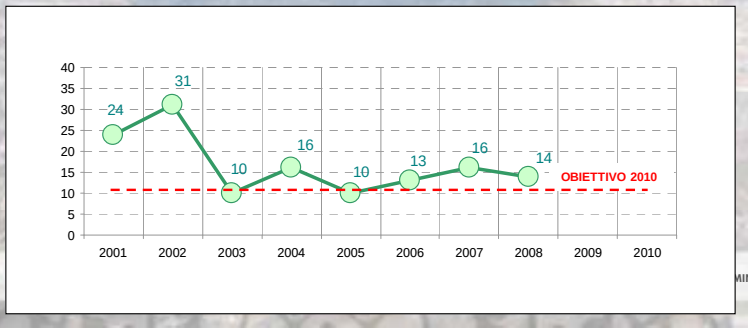
SEMINARIO I risultati

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Incidenti stradali fonte ISTAT della Provincia di Biella anni 2001/2008



Numero morti fonte ISTAT della Provincia di Biella anni 2001/2008

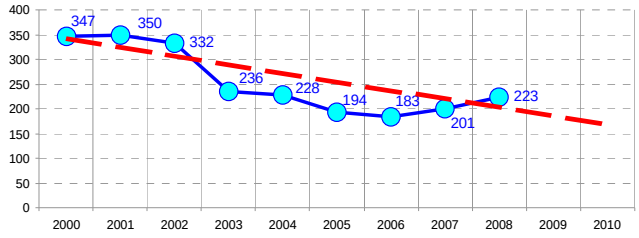


TORINO, 22 febbraio 2010

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

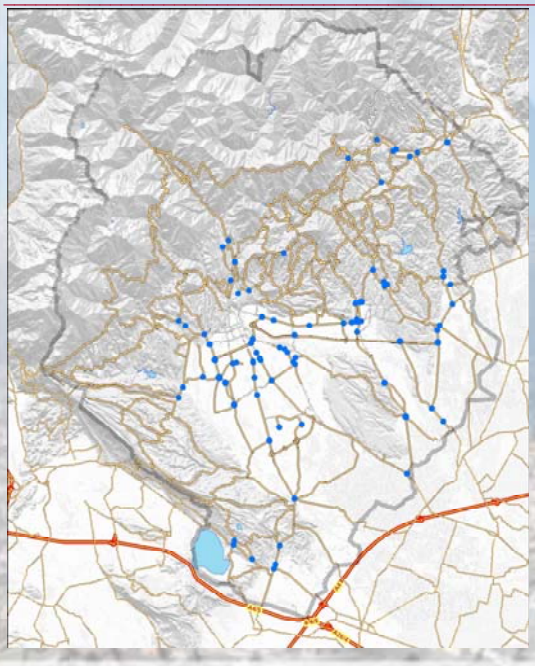
Gli obiettivi della Provincia di Biella: gli incidenti sulle SP

7 morti	11 nel 2008	8 nel 2009 dato parziale
200 feriti	224 nel 2008	209 nel 2009
174 incidenti	223 nel 2008	149 nel 2009



Ad un anno dalla scadenza stabilita, i **dati riguardanti l'incidentalità sulle Strade provinciali** fanno ben sperare riguardo al raggiungimento dell'obiettivo del dimezzamento degli incidenti e dei morti

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE



Negli ultimi 5/6 anni l'amministrazione Provinciale ha trasformato circa 80 intersezioni in rotatorie con precedenza all'anello

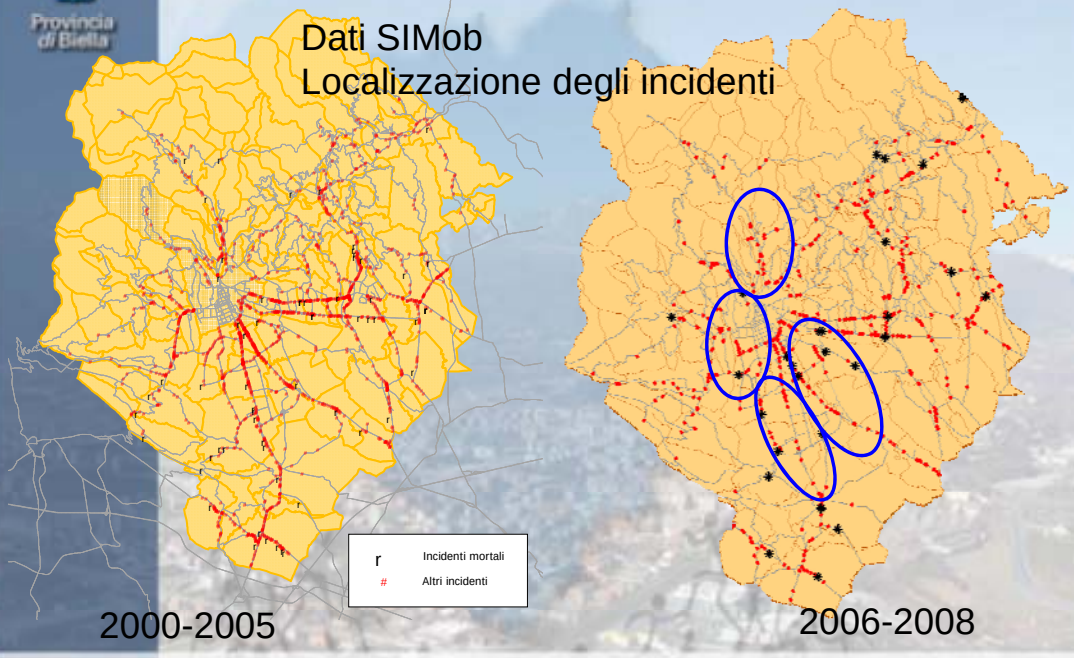
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Struttura della Strada	2008	%	2007	%	2006	%	2005	%	2004	%	2003	%
Incrocio	41	18,39	29	14,22	31	16,94	28	14,43	47	20,61	53	22,46
Rotatoria	9	4,04	9	4,48	5	2,73	10	5,15	8	3,51	3	1,27
Rettilineo	79	35,43	85	42,29	96	52,46	89	45,88	113	49,56	132	55,93
Curva	37	16,59	36	17,65	41	22,40	31	15,98	55	24,12	42	17,80
Svincolo	1	0,45	0	0	0	0	0	0	1	0,44	3	1,27

Negli anni gli incidenti in rotatoria non sono aumentati nonostante il numero di rotatorie in continua crescita

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

Dati SIMob
Localizzazione degli incidenti



TORINO, 22 febbraio 2010
SEMINARIO I risultati

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
Che fare ora?
TORINO, 22 febbraio 2010
SEMINARIO

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
Grazie per la gentile attenzione!
emanuela mantovani
giovanna pennacchia
Provincia di Biella
Settore Governo del territorio e trasporti
Servizio Governo del territorio e sicurezza stradale
emanuela.mantovani@provincia.biella.it
giovanna.pennacchia@provincia.biella.it
TORINO, 22 febbraio 2010
SEMINARIO

IL COMUNE DI ASTI

Cristina Cirio, Simone Bandini

SETTORE LAVORI PUBBLICI
SERVIZIO MOBILITÀ
COMUNE DI ASTI

LE INTERSEZIONI A ROTATORIA NEL TERRITORIO COMUNALE DI ASTI

Torino, 22 febbraio 2010

Arch. Cristina Cirio
Arch. Simone Bandini

Settore Lavori Pubblici
Servizio Mobilità
Comune di Asti

1.1: STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DEL TRAFFICO DELLA CITTA' DI ASTI

Il Comune di Asti, con una popolazione di 75.910 abitanti residenti, ha l'obbligo di adottare il **Piano Urbano del traffico** (art. 36 del N.C.D. Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.).

Nel 1996 viene approvato il **Piano Urbano del Traffico** della città di Asti.

Nel 2000 viene approvato l' **aggiornamento** del Piano Urbano del Traffico della città di Asti.

Nel 2004 vengono approvati il **Piano Particolareggiato delle Soste e dei Parcheggi** e il **Piano Particolareggiato della regolamentazione della Z.T.L. e Z.T.M.** che rappresentano gli strumenti di attuazione del P.G.T.U., relativamente ad ambiti territoriali più ristretti e/o ai diversi aspetti che caratterizzano la mobilità.

Infine dopo l'entrata in vigore del Piano Urbano del Traffico e dei due Piani Particolareggiati viene approvato ed eseguito un **Piano di Monitoraggio della Mobilità Urbana** per gli anni **2004/2005/2006** come verifica degli interventi del Piano.

1.2: OBIETTIVI DEL P.G.T.U.

Il P.G.T.U., rappresenta lo **strumento di pianificazione e di gestione della mobilità della Città** negli aspetti più direttamente legati al traffico.

Il Piano è strutturato secondo una serie di argomenti di studio, che presentano relazioni reciproche, così sintetizzabili:
- **zonizzazione del territorio**
- **riorganizzazione delle reti e dei sistemi di trasporto**

Con il Piano si intende definire un **SISTEMA DI ZONE** (a traffico ordinario, limitato e/o moderato), laddove:

- gli interventi sul **sistema della viabilità** si inquadrino nell'ottica della riorganizzazione e della gerarchizzazione della viabilità urbana con interventi sullo schema attuale della circolazione e della ***razionalizzazione delle intersezioni*** ;

- gli interventi sul **sistema della sosta** si articolino nel potenziamento dell'offerta, nella sua regolamentazione e nella eventuale individuazione di spazi per parcheggi sostitutivi;

- gli interventi sul **sistema di trasporto collettivo** si articolino nella riorganizzazione della rete anche e soprattutto in base alla normativa in materia di TPL.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

1.3: LE PRINCIPALI CRITICITA'

Un'attenta e rigorosa analisi ai fini della valutazione dello stato antecedente all'anno di redazione del PUT ha consistito nel valutare le **principali criticità** per il **trasporto privato**:
- **fenomeni di congestione** stradale più o meno diffusi lungo tutta la rete della viabilità principale, in particolare nelle ore di punta della giornata;
- **sezioni stradali** della rete della viabilità principale non sempre adeguate alla classificazione funzionale attribuita alle strade stesse;
- **schema della circolazione** non organizza adeguatamente i flussi in vie preferenziali e soprattutto, eccessiva presenza di rallentamenti lungo la viabilità principale;
- **flussi veicolari di attraversamento** all'interno del Centro Storico, lungo tracciati tortuosi e su vie di quartiere non adatte ad accogliere flussi veicolari di scorrimento;
- **intersezioni a rotatoria** con un elevato numero di flussi veicolari, peraltro quasi tutti di entità simile che, unitamente a geometrie non correttamente dimensionate, provocavano consistenti ritardi a danno soprattutto dei movimenti lungo la viabilità principale che invece, dovrebbe essere privilegiata;
- **intersezioni semaforizzate** con convergenza di troppe manovre di svolta con ovvi e conseguenti ritardi, nuovamente a danno della viabilità principale;
- …e ancora criticità per le **soste e i parcheggi**, per le zone a traffico limitato e le utenze deboli.

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LO SCHEMA DELLA ZONIZZAZIONE DELLA CITTA'

Il Centro Abitato della Città di Asti è stato riprogettato secondo una configurazione geometrica costituita da **anelli concentrici** e da **settori radiali**.

- **La CITY: Zona Traffico Limitato (ZTL).**
- **Il CENTRO STORICO: Zona Traffico Moderato (ZTM).**
- **Il CENTRO ABITATO:** ai sensi dell'art. 4 del N.C.d.S.
- **I SETTORI DI TRAFFICO:** porzioni di agglomerato urbano compresi tra il centro abitato e la Z.T.M.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

Nello specifico la **rete della viabilità complessiva** che interessa la Città di Asti è costituita da:

- **la viabilità peri-urbana;**
- **la viabilità urbana principale;**
- **la viabilità urbana secondaria.**

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.1.a: LA RETE DELLA VIABILITA' PERI-URBANA

L'AUTOSTRADA A21 TORINO - PIACENZA

L'autostrada A21 Torino-Piacenza che attraversa il territorio della Provincia di Asti, secondo la direttrice Est-Ovest, ha uno sviluppo del tracciato pari a circa 40 Km e costituisce la più importante infrastruttura stradale che interagisce con la città di Asti.

LA SUPERSTRADA DIRETTISSIMA ASTI – CUNEO

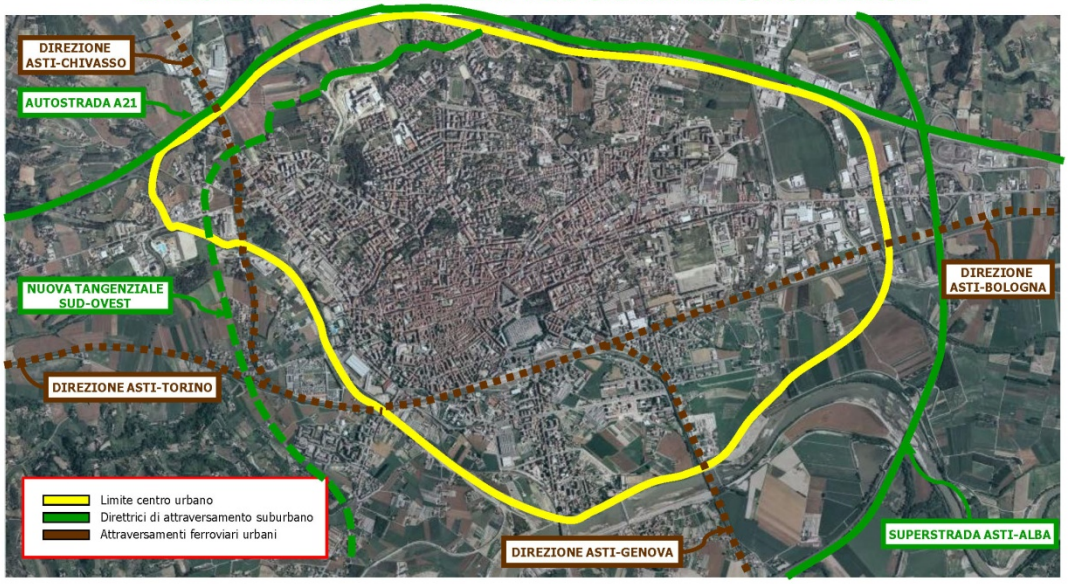
La superstrada direttissima «Asti-Cuneo», nella tratta che collega la S.R.10 all'altezza dello svincolo autostradale «Asti-Est», in prossimità di Asti, con la circonvallazione della città di Alba, rappresenta il confine est del territorio comunale.

LA NUOVA TANGENZIALE SUD-OVEST DI ASTI ED IL COLLEGAMENTO CON L'OSPEDALE

Attualmente il progetto preliminare è in fase di valutazione. La parte urbana di collegamento con il nuovo ospedale è già stata completata. Avrà funzione di «tangenziale sud-ovest di Asti», che dovrebbe allacciarsi sia con lo svincolo dell'autostrada A21 Torino-Piacenza (Casello Asti Ovest) sia con il raccordo della superstrada direttissima Asti-Cuneo.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

1.4.2: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.1.b: LA RETE DELLA VIABILITA' PERI-URBANA NEL COMUNE DI ASTI



1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.2.: LA RETE DELLA VIABILITA' PRINCIPALE

La **viabilità principale** è stata articolata in quattro livelli di viabilità secondo la seguente classificazione funzionale:

- **viabilità di accesso** alla città;
- **viabilità di penetrazione** nel C.A. (strade interquartiere di penetrazione);
- **viabilità di attraversamento** del C.A. (strade interquartiere di attraversamento);
- **viabilità di distribuzione** (strade di distribuzione o di quartiere).

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.2.a: LA RETE DELLA VIABILITA' URBANA DI ACCESSO

La rete viaria urbana di accesso alla città, è costituita da **n. 5 direttrici principali** disposte secondo uno schema di tipo radiale rispetto al centro cittadino:

• **direttrice Ovest**	**(Torino-Asti)**	**SR 10**
• **direttrice Nord-Ovest**	**(Chivasso-Asti)**	**SR 458**
• **direttrice Nord**	**(Casale-Asti)**	**SR 457**
• **direttrice Est**	**(Alessandria-Asti)**	**SR 10**
• **direttrice Sud**	**(Alba-Asti)**	**SS 231**

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.2.b: LA RETE DELLA VIABILITA' URBANA DI PENETRAZIONE

Nel territorio comunale di Asti, sono state individuate come **strade interquartiere di penetrazione** le **5 direttrici radiali** di accesso al Centro Storico, ovvero:

- **C.so Torino:**

costituisce il prolungamento, in ambito urbano, della S.R. 10 (direttrice di accesso principale alla città da Ovest) ***("rotatoria ex Saffa")*** e si attesta sul perimetro della Z.T.M., in corrispondenza di P.zza Porta Torino ***("rotatoria Porta Torino")***.

- **C.so XXV Aprile:**

si attesta, al confine del Centro abitato, in corrispondenza dell'incrocio tra C.so Ivrea e C.so Torino ***("rotatoria ex Saffa")*** e in corrispondenza della Z.T.M., in P.zza Lugano.

- **C.so Savona:**

costituisce il prolungamento, in ambito urbano della S.S. 231 (direttrice di accesso principale alla città da Sud) e si attesta sulla Z.T.M.

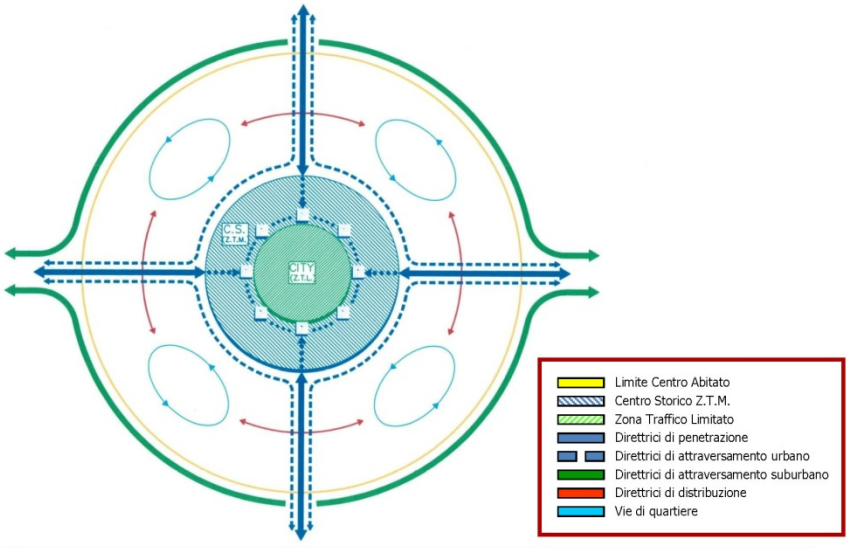
Lungo il corso è presente l'intersezione con corso Venezia, ovvero ***"rotatoria c.so Savona/c.so Venezia"***).

- **C.so Casale / C.so Volta.**
- **C.so Alessandria.**

Tra le altre **strade interquartiere di penetrazione**:

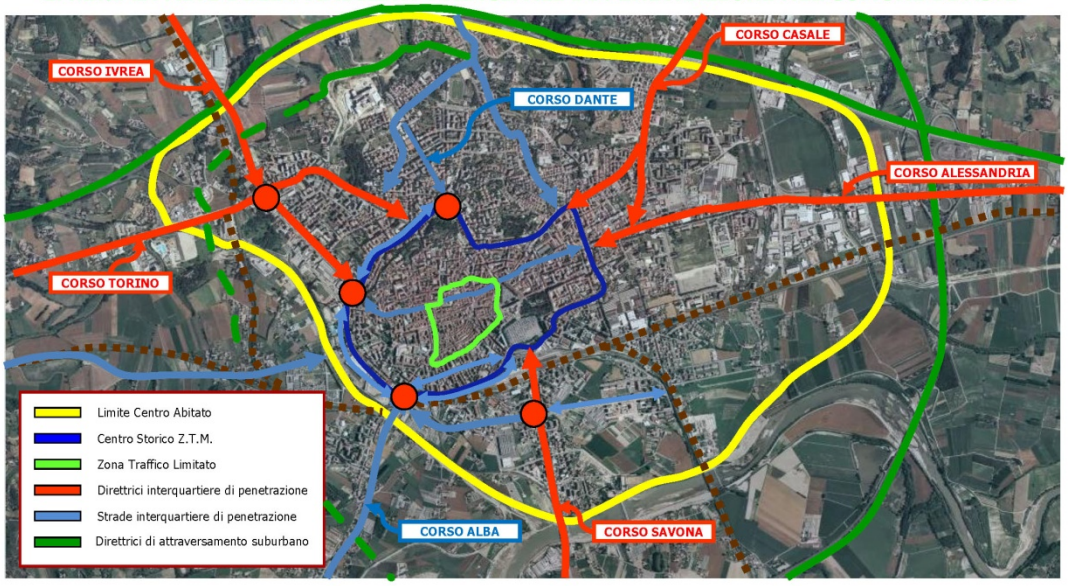
- **C.so Dante**: nella tratta compresa tra P.zza V. Veneto e P.zza Alfieri ***rotatoria di "Piazza Vittorio Veneto"***
- **C.so Alba**: si attesta sulla Z.T.M. in corrispondenza incrocio con C.so Don Minzoni (***rotatoria "Piazza Amendola"***).

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE
1.4.2.c: SCHEMA GENERALE DELLA RETE DI VIABILITA' PRINCIPALE



1.4.2: LA CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

1.4.2.d: LA RETE DELLA VIABILITA' PRINCIPALE DI PENETRAZIONE NEL COMUNE DI ASTI



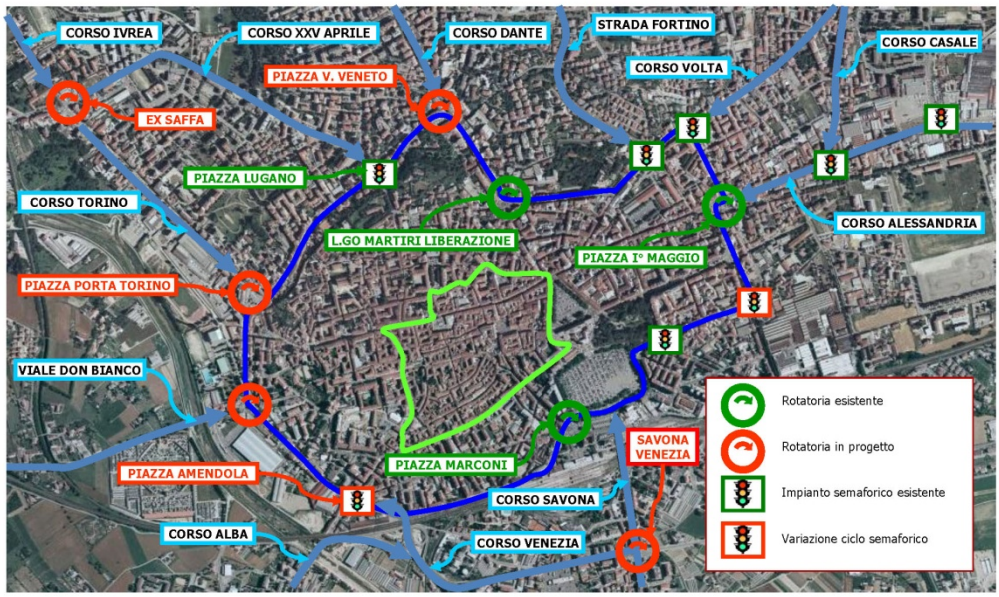
1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

L'obiettivo del progetto, circa la **fluidificazione del traffico** lungo le arterie che configurano la rete della viabilità principale di penetrazione e di attraversamento, può essere conseguito solo attraverso una oculata scelta dei sistemi di regolazione delle intersezioni, che rappresentano uno dei principali punti critici della viabilità urbana.

Principali criteri di intervento:

- **Intersezioni tra viabilità extraurbana ed urbana (accessi al C.A.): realizzazione di rotatorie**.
- **Intersezioni tra strade interquartiere e strade di distribuzione: creazione di rotatorie**, alternativa la regolazione con impianti semaforici.
- **Intersezioni tra strade locali**: regolazione dell'incrocio con segnale di «Stop»; regolazione semaforica, meglio se attuata dal traffico.

1.4.3: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI – SCENARIO DEL P.G.T.U.



1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: L'ANALISI DELL'INCIDENTALITA' DELLE INTERSEZIONI

Non avendo a disposizione dati sull'incidentalità antecedenti la redazione del Piano Urbano del Traffico, in prima analisi si sono raccolti e confrontati i dati, relativi nello specifico alle 5 intersezioni prese in esame, dall'anno successivo all'approvazione del piano stesso, il 2001, fino all'anno precedente alla realizzazione delle rotatorie.

I dati sono stati desunti dai rilievi degli incidenti effettuati dalla Polizia Municipale e dalla Polizia Stradale di Asti ed inoltre dal Piano Comunale per la Sicurezza Stradale approvato nel 2006.

Le cinque intersezioni:

- C.so Torino – C.so Ivrea – C.so XXV Aprile (ex Saffa): dati dal 2001 al 2004;
- Piazza Porta Torino: dati dal 2001 al 2005;
- Piazza Amendola: dati dal 2001 al 2005;
- C.so Savona – C.so Venezia: dati dal 2001 al 2005;
- Piazza Vittorio Veneto: dati dal 2001 al 2004.

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: L'ANALISI DELL'INCIDENTALITA' DELLE INTERSEZIONI

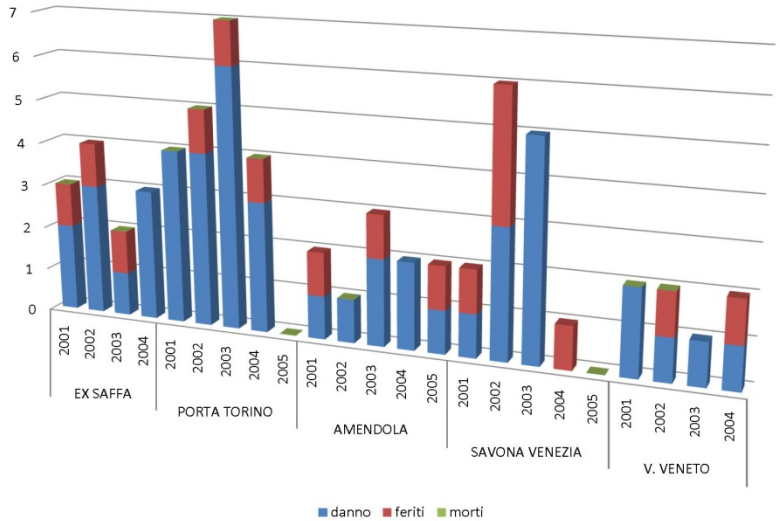
In base ai dati di incidentalità raccolti all'incirca nel quinquennio antecedente alla realizzazione delle cinque rotatorie, è stata possibile una comparazione tra il numero di incidenti con feriti (non ci sono stati incidenti con morti nel periodo esaminato) ed i costi sociali delle intersezioni in oggetto.

Intersezione	Incidenti	Morti	Feriti	Costo Sociale
C.So Torino – C.so Ivrea (ex Saffa) 2001/04	9	0	3	€ 220.893,00
Piazza Porta Torino 2001/05	17	0	3	€ 220.893,00
Piazza Amendola 2001/05	7	0	3	€ 220.893,00
C.So Savona – C.so Venezia 2001/05	8	0	5	€ 368.155,00
Piazza Vittorio Veneto 2001/04	5	0	2	€ 147.262,00

Per il calcolo dei Costi Sociali si è utilizzata la formula introdotta dal Piano Nazionale di Sicurezza Stradale:

$$CS = M \times 1{,}3944 \text{ mil. } € + F \times 0{,}0736 \text{ mil. } €$$

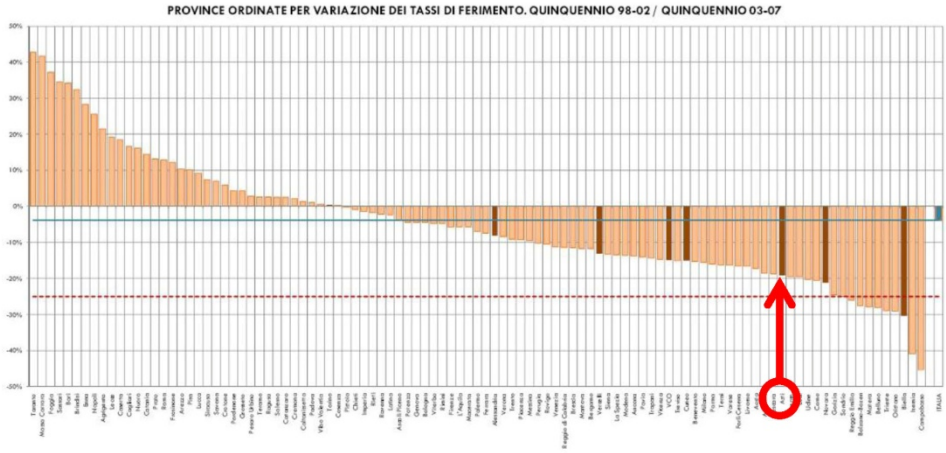
1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: L'ANALISI DELL'INCIDENTALITA' DELLE INTERSEZIONI PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE



(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: L'ANALISI DELL'INCIDENTALITA' DELLE INTERSEZIONI

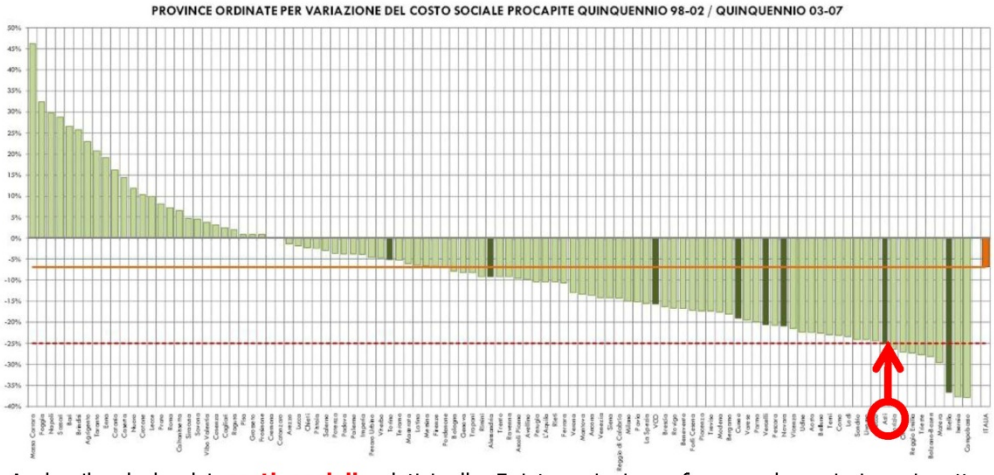
1.4.a: COMPARAZIONE CON I DATI NAZIONALI



I dati raccolti sull'incidentalità delle 5 intersezioni confermano il trend in atto, nell'intera Provincia di Asti, di una **diminuzione dei feriti** nel quinquennio 2003-07 rispetto al quinquennio precedente.

1.4: LA STRATEGIA DEL P.G.T.U.: L'ANALISI DELL'INCIDENTALITA' DELLE INTERSEZIONI

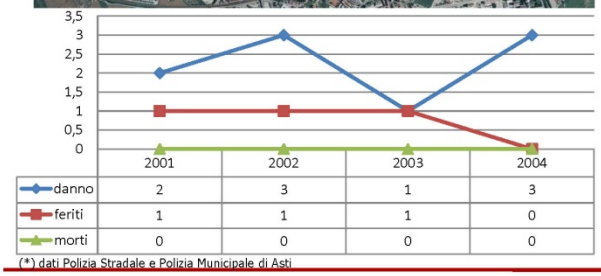
1.4.b: COMPARAZIONE CON I DATI NAZIONALI



Anche il calcolo dei **costi sociali** relativi alle 5 intersezioni, confermano la variazione in atto nell'intera Provincia, del contenimento dei costi nel quinquennio 2003-07 rispetto al precedente.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI – SCENARIO ATTUATO

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.1: INTERSEZIONE C.SO TORINO – C.SO IVREA – C.SO XXV APRILE (EX SAFFA)
2.1.a: SITUAZIONE ANTE ROTATORIA E DATI SULL' INCIDENTALITA'



	2001	2002	2003	2004
danno	2	3	1	3
feriti	1	1	1	0
morti	0	0	0	0

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.1 - Intersezione tra C.so Torino / C.so Ivrea / C.so XXV Aprile (EX Saffa): 2.1.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Tipo di strade:
incrocio a 4 rami tra strade classificate come «interquartiere di penetrazione».

Volumi di traffico (anno 2000) :
C.so Torino smaltisce flussi di traffico che nell'ora di punta mattutina 7,30-8,30 raggiungono valori di 2.134 v/h, con il 12,7 % di traffico pesante, e distribuzione al 50 % nei due sensi di marcia. Nell'arco della giornata i volumi di traffico oscillano tra i 1.460 v/h (9,30-10,30) ed i 1.778 v/h (8,30-9,30).

C.so Ivrea registra carichi veicolari inferiori, che raggiungono i 1.370 v/h nell'ora di punta 7,30-8,30 (16 % circa di traffico pesante), ma che si assestano su una media oraria di circa 800 v/h per la restante parte della giornata.

Stato ante P.G.T.U.:
incrocio con regolazione semaforica.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

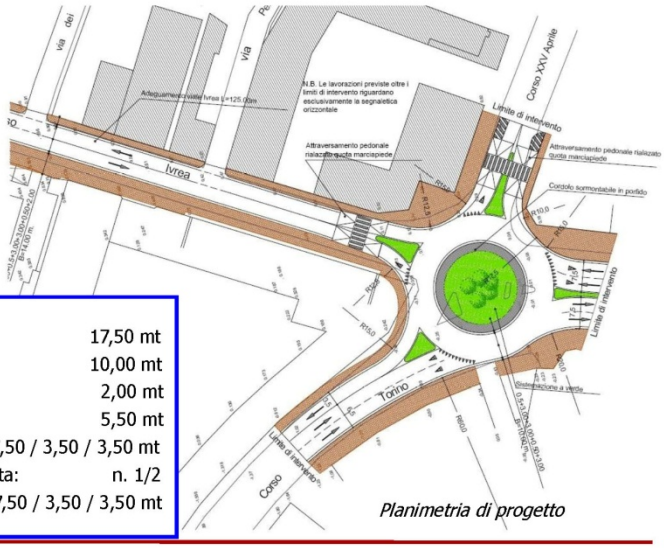
2.1 - Intersezione tra C.so Torino / C.so Ivrea / C.so XXV Aprile (EX Saffa): 2.1.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Intervento previsto dal P.G.T.U.:
rimozione dell'impianto semaforico esistente e realizzazione di rotatoria a due corsie.
Motivazione:
semaforizzazione dell'intersezione, con ciclo semaforico lungo, in quanto dedicato anche alle svolte, penalizzava la viabilità in ingresso su C.so Torino nelle ore di punta. Tale fatto era aggravato dalla presenza del Casello Asti Ovest dell'autostrada A21, localizzato a poche centinaia di metri dall'intersezione in oggetto.
Rilievi in loco hanno infatti mostrato come l'effetto «semaforo» provocava il formarsi di code che raggiungevano, e a volte superavano, i rami di svincolo dell'autostrada.
L'impiego della regolazione con rotatoria consente l'eliminazione delle suddette criticità, attraverso la fluidificazione della viabilità di scorrimento in ingresso/uscita dalla Città. L'intersezione assume la funzione di porta di accesso al C.A. I volumi di traffico transitanti sulle arterie interessate, seppure di entità differente imponevano il progetto di una rotatoria di ampio raggio con almeno 2 corsie di marcia.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.1: INTERSEZIONE C.SO TORINO – C.SO IVREA – C.SO XXV APRILE (EX SAFFA)
2.1.c: LE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

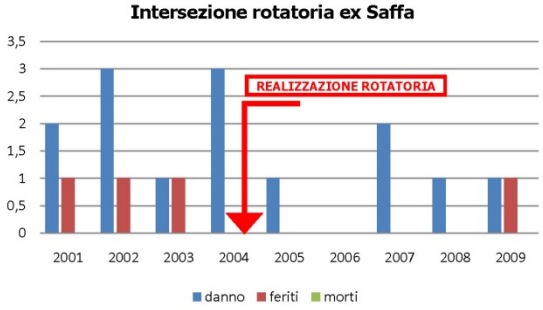
- Rotatoria prevista dal Piano Urbano del Traffico
- Progettata da progettisti esterni all'Amministrazione
- Eseguita in urbanizzazione diretta a seguito della realizzazione del centro commerciale adiacente
- Entrata in esercizio con fine lavori: 13 maggio 2005
- Importo totale di esecuzione: € 106.500,00

Raggio ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria:	17,50 mt
Raggio del ciglio dell'isola centrale:	10,00 mt
Larghezza corona sormontabile:	2,00 mt
Larghezza corsie nella corona rotatoria:	5,50 mt
Larghezza dei bracci di ingresso:	6,50 / 7,50 / 3,50 / 3,50 mt
Numero corsie dei bracci di ingresso/uscita:	n. 1/2
Larghezza dei bracci di uscita:	3,50 / 7,50 / 3,50 / 3,50 mt



Planimetria di progetto

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.1: INTERSEZIONE C.SO TORINO – C.SO IVREA – C.SO XXV APRILE (EX SAFFA)
2.1.d: LA COMPARAZIONE DEI DATI INCIDENTALITA' POST ROTATORIA



I dati sull'incidentalità raccolti nei cinque anni successivi alla realizzazione della rotatoria, 2005/09, evidenziano che la nuova intersezione ha contribuito all'abbattimento del numero di incidenti con feriti ed il permanere di situazioni di incidentalità senza vittime.

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.2: INTERSEZIONE PIAZZA PORTA TORINO
2.2.a: SITUAZIONE ANTE ROTATORIA E DATI SULL' INCIDENTALITA'

	2001	2002	2003	2004	2005
danno	4	4	6	3	0
feriti	0	1	1	1	0
morti	0	0	0	0	0

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.2 - Intersezione Piazza Porta Torino:
2.2.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Tipo di strade:
incrocio a 4 rami di cui n. 3 arterie classificate come «strade interquartiere» (C.so Torino, C.so Don Minzoni e V.le dei Partigiani) e una «strada di distribuzione» (C.so Alfieri).

Volumi di traffico (anno 2000) :
i dati di rilievo del traffico sono disponibili solo per **C.so Torino**, su cui transita comunque il traffico più consistente, pari a 2.000 v/h nelle ore di punta e, circa 1.600-1.800 v/h, nelle altre ore della giornata.

Stato ante P.G.T.U.:
incrocio con regolazione a spartitraffico (tipo rotatoria).

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.2 - Intersezione Piazza Porta Torino:
2.2.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

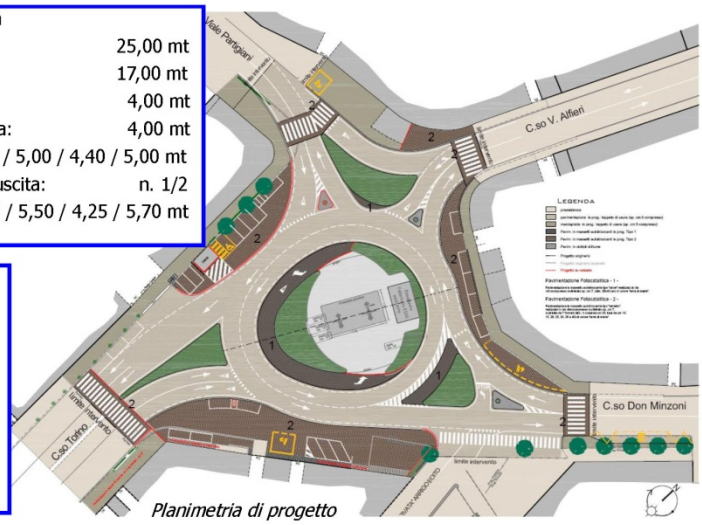
Intervento previsto dal P.G.T.U.:
realizzazione di rotatoria a due corsie.

Motivazione:
la regolazione dell'incrocio, non essendo propriamente a rotatoria, aveva il suo limite nella non canalizzazione ordinata dei flussi. Ne conseguiva un effetto di caos, provocato anche da fenomeni indiretti legati a comportamenti di guida degli automobilisti, psicologicamente disorientati.
La creazione di una vera **rotatoria, dotata di 2 corsie** interne di marcia, data la portata delle strade interessate, ha certamente un effetto positivo in termini di regolazione del deflusso veicolare e sullo «stile di guida» degli automobilisti. La rotatoria garantisce fluidità del traffico principale.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.2: INTERSEZIONE PIAZZA PORTA TORINO
2.2.c: LE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Raggio ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria:	25,00 mt
Raggio del ciglio dell'isola centrale:	17,00 mt
Larghezza corona sormontabile:	4,00 mt
Larghezza corsie nella corona rotatoria:	4,00 mt
Larghezza dei bracci di ingresso:	7,30 / 5,00 / 4,40 / 5,00 mt
Numero corsie dei bracci di ingresso/uscita:	n. 1/2
Larghezza dei bracci di uscita:	7,16 / 5,50 / 4,25 / 5,70 mt

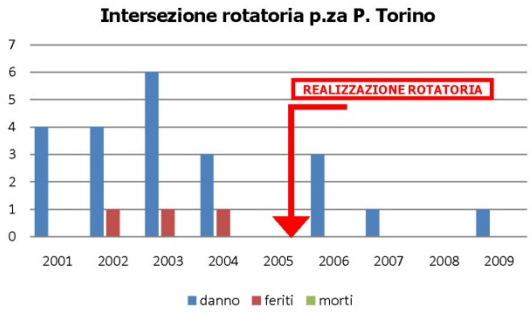
- Rotatoria prevista dal Piano Urbano del Traffico
- Progettata da progettisti dell'Ufficio tecnico comunale
- Eseguita a seguito di appalto pubblico
- Entrata in esercizio con fine lavori: 30 maggio 2006
- Importo totale di esecuzione: € 195.348,35



Planimetria di progetto

VIALE PARTIGIANI
CORSO ALFIERI
CORSO DON MINZONI
CORSO TORINO

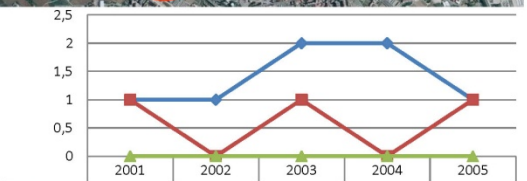
2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.2: INTERSEZIONE PIAZZA PORTA TORINO
2.2.d: LA COMPARAZIONE DEI DATI INCIDENTALITA' POST ROTATORIA



I dati sull'incidentalità raccolti nei quattro anni successivi alla realizzazione della rotatoria, 2006/09, evidenziano che la nuova intersezione ha contribuito all'abbattimento del numero di incidenti con feriti ed il permanere di situazioni di incidentalità senza vittime.

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.3: INTERSEZIONE PIAZZA AMENDOLA
2.3.a: SITUAZIONE ANTE ROTATORIA E DATI SULL' INCIDENTALITA'



	2001	2002	2003	2004	2005
danno	1	1	2	2	1
feriti	1	0	1	0	1
morti	0	0	0	0	0

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.3 - Intersezione Piazza Amendola
2.3.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

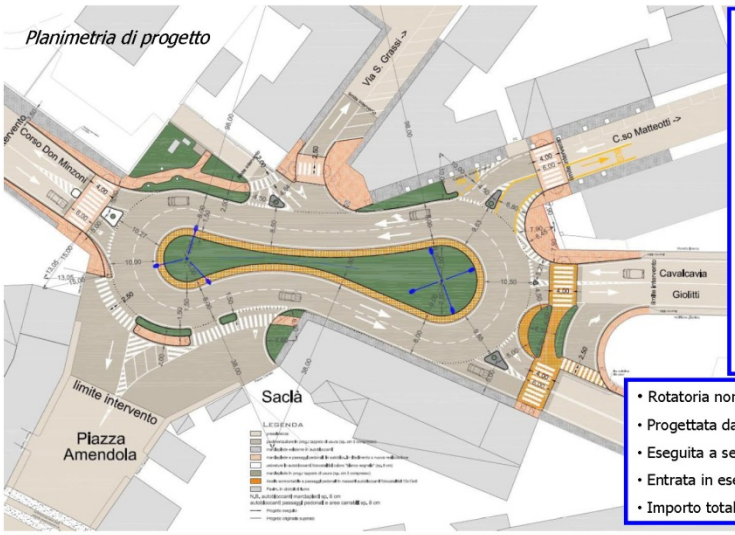
L'intervento che il P.G.T.U. prevede per l'intersezione di Piazza Amendola riguarda sostanzialmente la modifica del «Ciclo Semaforico».

In sostanza occorre riprogettare, in fase di Piano di dettaglio, il «Piano delle fasi semaforiche» individuando dei tempi di «segnale verde» che privilegino nettamente il flusso in transito sulla viabilità di scorrimento.

Il P.G.T.U. propone l'adozione di questo tipo di intervento, in alternativa ai semafori attuati, in corrispondenza di **incroci di strade interquartiere con strade di livello inferiore** ma, con volumi di traffico tali da sconsigliare l'impiego di impianti semaforici attuati.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.3: INTERSEZIONE PIAZZA AMENDOLA
2.3.c: LE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Planimetria di progetto



Raggio ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria: 13,00 / 17,00 mt

Raggio del ciglio dell'isola centrale: 5,00 / 9,00 mt

Larghezza corona sormontabile: 1,50 mt

Larghezza corsie nella corona rotatoria: 4,00 mt

Larghezza dei bracci di ingresso: 5,00 / 5,00 / 5,21 / 4,50 mt

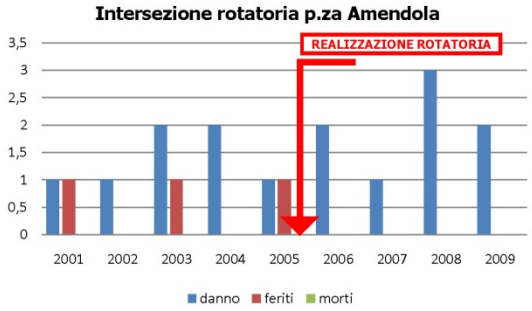
Numero corsie dei bracci di ingresso/uscita: n. 1

Larghezza dei bracci di uscita: 5,00 / 5,00 / 4,50 / 6,80 mt

- Rotatoria non prevista dal Piano Urbano del Traffico
- Progettata da progettisti dell'Ufficio tecnico comunale
- Eseguita a seguito di appalto pubblico
- Entrata in esercizio con fine lavori: 30 maggio 2006
- Importo totale di esecuzione: € 155.106,59

VIA GRASSI
CORSO DON MINZONI
CORSO MATTEOTTI
CAVALCAVIA GIOLITTI
PIAZZALE SACLA'
CORSO GRAMSCI

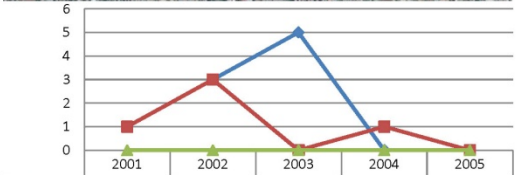
2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.3: INTERSEZIONE PIAZZA AMENDOLA
2.3.d: LA COMPARAZIONE DEI DATI INCIDENTALITA' POST ROTATORIA



I dati sull'incidentalità raccolti nei quattro anni successivi alla realizzazione della rotatoria, 2006/09, evidenziano che la nuova intersezione ha contribuito all'abbattimento del numero di incidenti con feriti ed il permanere di situazioni di incidentalità senza vittime.

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.4: INTERSEZIONE C.SO SAVONA – C.SO VENEZIA
2.4.a: SITUAZIONE ANTE ROTATORIA E DATI SULL'INCIDENTALITA'



	2001	2002	2003	2004	2005
danno	1	3	5	0	0
feriti	1	3	0	1	0
morti	0	0	0	0	0

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.4 - Intersezione tra C.so Savona / C.so Venezia: 2.4.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Tipo di strade:
incrocio a 4 rami tra una strada interquartiere (C.so Savona) e due strade di distribuzione (C.so Venezia e Via Torchio).

Volumi di traffico (anno 2000) :
C.so Savona fa registrare carichi veicolari di rilievo sia per entità, 2.049 v/h nell'ora di punta serale, sia per distribuzione nell'arco della giornata, con valori di traffico medi pari a 1.500-1.700 v/h circa. Anche la componente di traffico pesante è di un certo rilievo, tra l'8,38 % ed il 16,25 %.

C.so Venezia sopporta volumi di traffico minori, compresi tra 1.000 e 1.300 v/h circa. Il traffico nell'arco della giornata risulta, pertanto, piuttosto omogeneo.

Stato ante P.G.T.U.:
incrocio con regolazione semaforica.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE

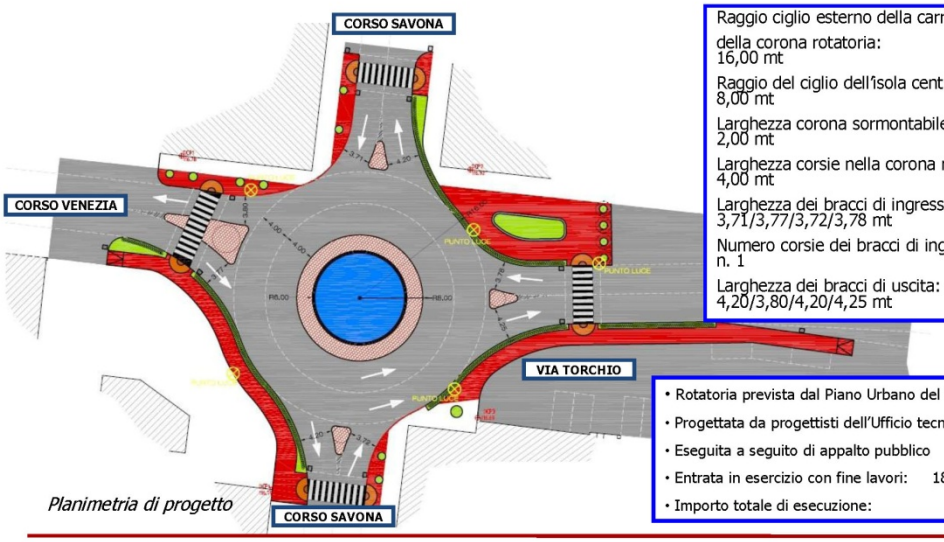
2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.4 - Intersezione tra C.so Savona / C.so Venezia: 2.4.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Intervento previsto dal P.G.T.U.:
rimozione dell'impianto semaforico esistente e realizzazione di rotatoria a due corsie.

Motivazione:
C.so Savona è uno dei principali adduttori di traffico, oltre a rappresentare la direttrice di penetrazione da Sud che raccoglie i flussi della superstrada SS 231. Peraltro l'intersezione avviene tra una strada principale ed una di tipo «locale», con volumi di traffico differenti.
L'intersezione in oggetto rappresenta anche una «porta di accesso» al C.A. e, come tale, deve rappresentare uno strumento di moderazione del traffico, attuando il raccordo tra viabilità extraurbana ed urbana.
Il P.G.T.U. prevede la realizzazione di una **rotatoria a 2 corsie** per agevolare comunque il defluire del traffico lungo C.so Savona, senza mai interromperlo del tutto (effetto semaforo). L'impiego dell'impianto semaforico risulta troppo penalizzante per i flussi in transito sulla viabilità principale.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.4: INTERSEZIONE C.SO SAVONA – C.SO VENEZIA
2.4.c: LE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO



Planimetria di progetto

Raggio ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria:
16,00 mt

Raggio del ciglio dell'isola centrale:
8,00 mt

Larghezza corona sormontabile:
2,00 mt

Larghezza corsie nella corona rotatoria:
4,00 mt

Larghezza dei bracci di ingresso:
3,71/3,77/3,72/3,78 mt

Numero corsie dei bracci di ingresso/uscita:
n. 1

Larghezza dei bracci di uscita:
4,20/3,80/4,20/4,25 mt

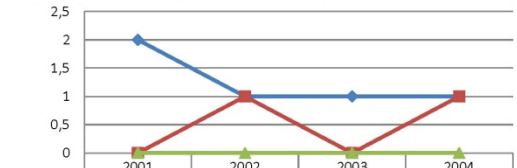
- Rotatoria prevista dal Piano Urbano del Traffico
- Progettata da progettisti dell'Ufficio tecnico comunale
- Eseguita a seguito di appalto pubblico
- Entrata in esercizio con fine lavori: 18 aprile 2006
- Importo totale di esecuzione: € 92.434,80

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.4: INTERSEZIONE C.SO SAVONA – C.SO VENEZIA
2.4.d: LA COMPARAZIONE DEI DATI INCIDENTALITA' POST ROTATORIA

I dati sull'incidentalità raccolti nei quattro anni successivi alla realizzazione della rotatoria, 2006/09, evidenziano che la nuova intersezione ha contribuito all'abbattimento del numero di incidenti con feriti ed il permanere di situazioni di incidentalità senza vittime.

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.5: INTERSEZIONE PIAZZA VITTORIO VENETO
2.5.a: SITUAZIONE ANTE ROTATORIA E DATI SULL'INCIDENTALITA'



	2001	2002	2003	2004
danno	2	1	1	1
feriti	0	1	0	1
morti	0	0	0	0

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

2.5 - Intersezione Piazza Vittorio Veneto:
2.5.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Tipo di strade:
incrocio a 3 rami tra n. 2 «strade interquartiere» C.so Dante (dir. Centro) e V.le dei Partigiani e una classificata come «strada di distribuzione», ovvero la tratta di C.so Dante a monte di P.zza V. Veneto.

Volumi di traffico (anno 2000) :
su **C.so Dante**, nella tratta compresa tra P.zza V. Veneto e L.go M. della Liberazione, i volumi di traffico risultano pari a circa 1.237 v/h nell'ora di punta. Tale valore oggetto di rilievo, è più basso del reale volume di veicoli interessati a transitarvi. Ciò a causa dell'elevato livello di congestione presente sulla rotatoria di L.go M. della Liberazione, che ripercuote i suoi effetti sino all'incrocio di P.zza V. Veneto ed a monte sino a P.zza Lugano lungo V.le dei Partigiani.
Sulla tratta di C.so Dante, a monte di P.zza V. Veneto, il carico veicolare è nettamente inferiore, attorno ai 500-600 v/h.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI

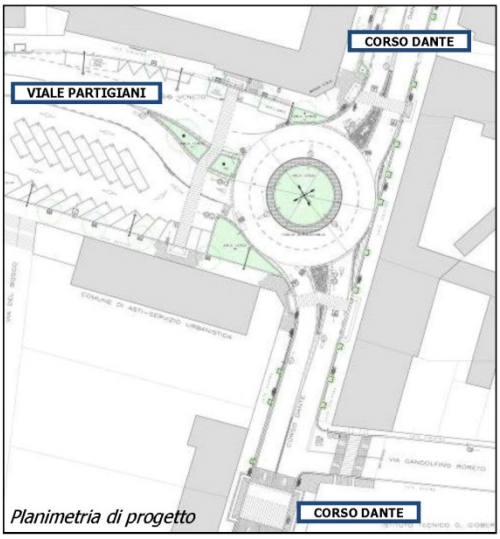
2.5 - Intersezione Piazza Vittorio Veneto:
2.5.b: Analisi e previsioni del P.G.T.U.

Stato ante P.G.T.U.:
incrocio con regolazione semaforica e parziale canalizzazione.

Intervento previsto dal P.G.T.U.:
realizzazione di una rotatoria.

Motivazione:
la regolazione con semaforo presentava l'inconveniente di obbligare, periodicamente, alla fermata i veicoli in transito sulla viabilità principale.
Poiché questo principio contrasta con la strategia del PGTU, si è ricorso all'attuazione del sistema di regolazione dell'incrocio che, valutate tutte le condizioni al contorno, meno ostacola il flusso transitante su V.le dei Partigiani e su C.so Dante.

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.5: INTERSEZIONE PIAZZA VITTORIO VENETO
2.5.c: LE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO



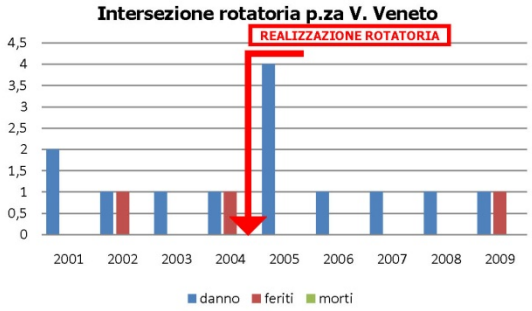
Planimetria di progetto

Raggio ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria:	15,00 mt
Raggio del ciglio dell'isola centrale:	6,50 mt
Larghezza corona sormontabile:	1,50 mt
Larghezza corsie nella corona rotatoria:	3,50 mt
Larghezza dei bracci di ingresso:	4,90 / 4,10 / 3,60 mt
Numero corsie dei bracci di ingresso/uscita:	n. 1
Larghezza dei bracci di uscita:	4,20 / 3,75 / 4,05 mt

- Rotatoria prevista dal Piano Urbano del Traffico
- Progettata da progettisti esterni all'Amministrazione
- Eseguita a seguito di appalto pubblico
- Entrata in esercizio con fine lavori: 17 maggio 2005
- Importo totale di esecuzione: € 149.496,62

CORSO DANTE
VIALE PARTIGIANI
CORSO DANTE

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.5: INTERSEZIONE PIAZZA VITTORIO VENETO
2.5.d: LA COMPARAZIONE DEI DATI INCIDENTALITA' POST ROTATORIA



I dati sull'incidentalità raccolti nei cinque anni successivi alla realizzazione della rotatoria, 2005/09, evidenziano che la nuova intersezione ha contribuito all'abbattimento del numero di incidenti con feriti ed il permanere di situazioni di incidentalità senza vittime.

(*) dati Polizia Stradale e Polizia Municipale di Asti

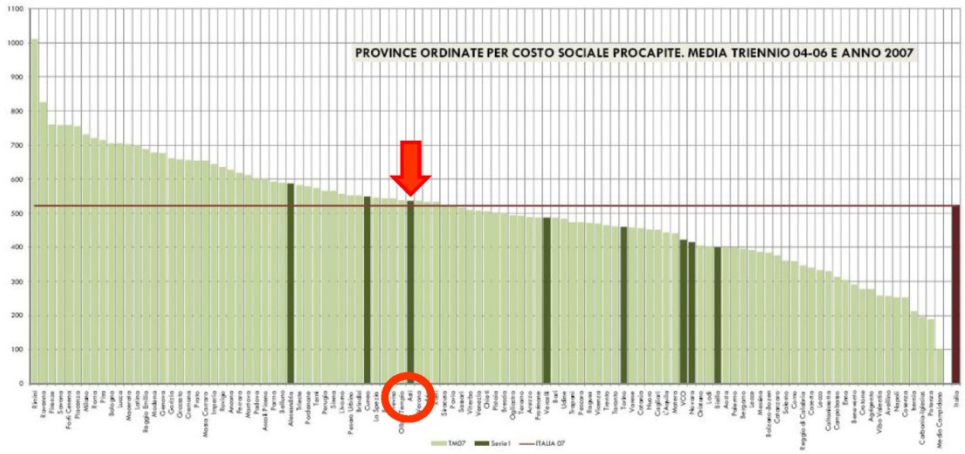
2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.6: LA COMPARAZIONE DEI DATI SULL'INCIDENTALITA' - CONCLUSIONI

Intersezione	Periodo	Incidenti	Morti	Feriti	Costo Sociale	Periodo	Incidenti	Morti	Feriti	Costo Sociale
C.so Torino - C.so Ivrea (ex Saffa)	2001/2004	9	0	3	€ 220.893,00	2005/2009	5	0	1	€ 73.631,00
Piazza Porta Torino	2001/2005	17	0	3	€ 220.893,00	2006/2009	5	0	0	€ 0,00
Piazza Amendola	2001/2005	7	0	3	€ 220.893,00	2006/2009	8	0	0	€ 0,00
C.so Savona - C.so Venezia	2001/2005	8	0	5	€ 368.155,00	2006/2009	4	0	0	€ 0,00
Piazza Vittorio Veneto	2001/2004	5	0	2	€ 147.262,00	2005/2009	8	0	1	€ 73.631,00

Nelle tabelle in cui sono riportati i dati sull'incidentalità dal 2001 al 2009 relativi alle 5 intersezioni in esame, è evidente come a fronte di investimenti pubblici al di sotto dei 200.000,00 euro sia possibile ridurre, ed in taluni casi azzerare, i costi sociali derivati.

Intersezione	Costo Sociale ante rotatoria	Costo realizzazione	Costo Sociale post rotatoria
C.so Torino - C.so Ivrea (ex Saffa)	€ 220.893,00	€ 106.500,00	€ 73.631,00
Piazza Porta Torino	€ 220.893,00	€ 195.348,35	€ 0,00
Piazza Amendola	€ 220.893,00	€ 155.106,59	€ 0,00
C.so Savona - C.so Venezia	€ 368.155,00	€ 92.434,80	€ 0,00
Piazza Vittorio Veneto	€ 147.262,00	€ 149.496,62	€ 73.631,00

2: LA REGOLAZIONE DELLE INTERSEZIONI
2.6.a: LA COMPARAZIONE DEI DATI SULL'INCIDENTALITA' - CONCLUSIONI



L'abbattimento dei costi sociali, relativamente alle rotatorie prese in esame, è da considerarsi ulteriormente positivo ed è in controtendenza se confrontato con il Costo Sociale procapite registrato nella Provincia di Asti nell'anno 2007, rispetto al triennio 2004/06, risultante contrariamente in crescita.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE.

FINE PRESENTAZIONE.

Arch. Cristina Cirio

Arch. Simone Bandini

Settore Lavori Pubblici
Servizio Mobilità
Comune di Asti

Parte terza
ALTRE ESPERIENZE

LA PROVINCIA DI LECCE

PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DI ROTATORIE: ESPERIENZE REALIZZATIVE E NORME DI SETTORE

Stefano Zampino

Responsabile del settore infrastrutture

Elaborazioni planimetriche e geometriche con
la collaborazione del Geom. Fiorentino Pepe

1. PREMESSA

Questa relazione scaturisce dall'analisi di alcune esperienze progettuali e realizzative sviluppate dalla Provincia di Lecce, nell'ambito dell'adeguamento della rete stradale in gestione tramite la realizzazione di incroci "a rotatoria".

La Provincia di Lecce gestisce una rete di oltre 2000 Km di strade, che formano una fitta maglia di arterie che interconnettono i 98 comuni ricadenti nel proprio ambito territoriale. In questa rete sono comprese 58 intersezioni a rotatoria e altre 50 sono in fase di realizzazione/appalto/approvazione.

Le prime esperienze realizzative di rotatorie risalgono agli anni '90, ma è a partire dagli inizi del nuovo millennio che si registra una forte tendenza ad abbandonare gli schemi tradizionali di intersezioni a raso, per adottare soluzioni di incroci a rotatoria. Tuttavia, in questa fase, a parte alcune indicazioni contenute nel Codice della strada, il quadro normativo è ancora basato sulle norme del CNR e così, in assenza di specifici riferimenti, le prime progettazioni seguono parametri geometrici di incerta definizione e non costanti e fanno riferimento ad esperienze e/o a normative di altri paesi.

E così la stessa definizione del diametro esterno non è univoca - anche se le scelte dimensionali variano con i flussi veicolari -, la geometria delle corsie in ingresso/uscita è variabile, la larghezza dell'anello circolatorio è anch'essa variabile a seconda dei casi, mentre, in talune circostanze, vengono anche progettate e realizzate rotatorie di forma ellittica.

Le prime rotatorie, comunque, riducono sensibilmente l'incidentalità più grave, fluidificano il traffico soprattutto in alcuni casi traffico elevato, consentono l'eliminazione di impianti semaforici preesistenti.

Tuttavia, analizzando i diversi aspetti di efficacia, l'incidentalità secondaria e meno grave non diminuisce, anzi, soprattutto nei periodi immediatamente successivi all'apertura al traffico, subisce degli incrementi. Le tipologie di sinistri, da ricondursi nella dinamica al mancato rispetto del Codice della Strada e della segnaletica, sono, in ordine di frequenza:

- micro-tamponamenti in ingresso;
- superamento/distruzione del cordolo dell'isola centrale;
- impatti contro i sostegni dei segnali;
- fuoriuscite di strada laterali.

Inoltre, la maggior fluidità del traffico non è esente dalla formazione di code in entrata lungo alcune direttrici nell'ora di punta, dissimmetria di de-

flusso lungo i bracci di ingresso e uscita, maggiore/minore difficoltà di impegno dell'anello circolatorio per alcune correnti veicolari, difficoltà di scambio trasversale lungo l'anello, con correlata modesta incidentalità.

Queste "prime" realizzazioni possono essere oggi sottoposte a una revisione, alla luce della valutazione *ex post* dell'impatto sui tronchi della rete interessati, delle esperienze successive e, soprattutto, della normativa contenuta nel DM 19/04/06. Si tratta di una normativa espressamente riferita alle intersezioni stradali, ma certamente molto scarna, soprattutto per quanto riguarda le intersezioni a rotatoria. Con riferimento alle rotatorie essa può essere riassunta in pochi punti fondamentali:

1) il criterio di progettazione prescelto dal legislatore ai fini del dimensionamento è basato sulla teoria della precedenza dei veicoli in circolo e quindi i flussi lungo l'anello circolatorio sono organizzati secondo un'unica corsia;
2) vengono distinte *3 tipologie* di rotatorie, sulla base del parametro dimensionale, e precisamente:

- Rotatorie convenzionali $40 < \phi < 50$ m
- Rotatorie compatte $25 < \phi < 40$ m
- Minirotatorie $14 < \phi < 25$ m

3) nel caso di "minirotatorie" l'isola può essere sormontabile al di sotto del 18 m di diametro;
4) oltre 50 m di diametro si determinano intersezioni cosiddette "a circolazione rotatoria" per le quali è anche possibile avere più corsie. In questo caso, il dimensionamento è basato sul cosiddetto*"metodo dei tronchi di scambio".* Si tratta di un particolare metodo di progettazione sviluppato sulla base dell'analisi probabilistica e per il quale si rimanda alla specifica letteratura di settore ([1]), che però il legislatore sembra quasi relegare ad un ruolo secondario rispetto al dimensionamento, per così dire *standard,* rappresentato dalle tre fattispecie di cui al punto 2.

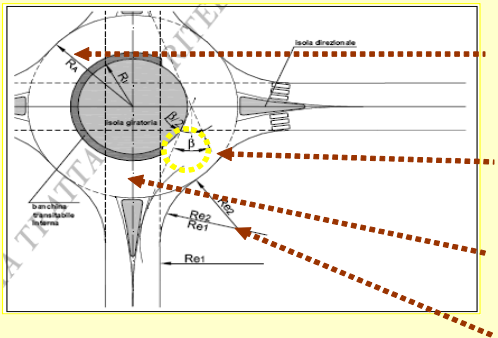
Nulla si evince, nella normativa, relativamente al rapporto tra le suddette fattispecie di intersezioni e i flussi di traffico e, del resto, le regole contenute

[1] *Vedasi, tra tutti, "Il progetto delle rotatorie non convenzionali secondo il DM 19/04/06" – Sascia Canale, Natalia di Stefano, Salvatore Leonardi" – Riv." Le Strade" n. 3, marzo 2008*

nel decreto sono essenzialmente riconducibili alle poche "raccomandazioni" geometriche riportate nello schema della pagina successiva.

RoSaM2 – Torino - *febbraio 2010*

Parametri geometrici base per la progettazione delle rotatorie
(DM 19/04/06)



Raggio esterno: non vengono fornite indicazioni ad esclusione di quelle derivanti dalla classificazione

Angolo di deviazione β: non può essere inferiore a 45°

Corsie della corona giratoria: dimensione variabile in funzione del raggio esterno

Utilizzo di un "doppio raggio" per il ciglio esterno

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.
(**) organizzati al massimo con due corsie.

Larghezza delle corsie e larghezza dei bracci di ingresso e uscita

Ing. Stefano Zampino

Queste raccomandazioni, per quanto limitate e certamente non esaustive, anche e soprattutto in relazione alla varietà e alla complessità delle situazioni possibili, hanno comunque il pregio di essere particolarmente chiare e sintetiche, forse per rispondere ad una specifica esigenza di semplificazione normativa. Sta di fatto che, tramite l'applicazione delle regole del DM, la configurazione degli incroci a rotatoria assume elementi più definiti che in passato, e, provando ad applicare le regole normative a casi esistenti, si rileva certamente una diversa filosofia di approccio tecnico al problema.

Nei paragrafi che seguono, vengono pertanto esaminati casi specifici rispetto ai quali sono valutati gli effetti di detto diverso approccio, nell'ottica della valutazione degli effetti correlati anche in termini complessivi di efficacia degli interventi.

2. CASI DI STUDIO

Nel particolare, sono descritti quattro casi ritenuti interessanti sotto il profilo dell'analisi con l'indicazione degli elementi oggetto di revisione e delle soluzioni adottate.

2.1 Rotatoria lungo la SP 362

Si tratta di una rotatoria ubicata al termine di un lungo rettifilo e da cui si diparte una circonvallazione urbana. In ragione dell'ubicazione e della geometria dell'intersezione sono stati individuati, quali elementi migliorabili, sotto il profilo dell'efficacia generale:

- le aiuole spartitraffico in ingresso nelle due direzioni di marcia, al fine di aumentare la percepibilità dell'incrocio. Questo è possibile tramite l'introduzione di un doppio raggio di curvatura che, oltre a consentire una maggior gradualità nella manovra di innesto, prolunga la lunghezza dell'isola spartitraffico nella direzione del rettifilo;
- la larghezza delle corsie di ingresso in rotatoria, eccessiva e quindi tale da consentire l'immissione contemporanea di due veicoli sull'anello rotatorio;

- l'innesto per i veicoli provenienti da Sud e diretti lungo la diramazione ad Est, in ragione dell'eccessiva "obliquità" tra il ramo della diramazione e la direttrice principale e quindi del basso angolo di incidenza del ramo secondario verso Est;

- la larghezza eccessiva della corsia dell'anello circolatorio che si presta a manovre di interscambio per le quali la rotatoria non è dimensionata.

A seguito della revisione condotta alla luce delle disposizioni del DM 19/04/06, l'intersezione può quindi essere riconfigurata come segue.

2.2. Rotatoria lungo la SP 20

Si tratta di una rotatoria ubicata in un crocevia abbastanza importante che interessa tre direttrici extraurbane molto trafficate e le interconnette con la viabilità comunale, nonché con le vie di accesso ad alcuni fondi di un'area abitata.

In corrispondenza di questa rotatoria si rileva:

- l'eccessiva "tangenzialità" delle correnti veicolari in ingresso rispetto all'anello circolatorio e quindi la necessità di adeguare i raggi di raccordo rispetto al raggio dell'anello, al fine di rispettare il criterio della precedenza per i veicoli che impegnano l'anello circolatorio;
- la larghezza delle corsie di ingresso eccessiva, con possibilità di innesto contemporaneo di più veicoli;
- l'insufficiente separazione tra i flussi veicolari principali e quelli provenienti dalla strade si servizio, nonché la presenza di un interscambio non adeguatamente regolato sotto il profilo della precedenza;
- la larghezza eccessiva della corsia dell'anello circolatorio che si presta a manovre di interscambio per le quali la rotatoria non è dimensionata.

A seguito della revisione condotta in base al DM 19/04/06, l'intersezione viene a riconfigurarsi come segue (da notare anche il notevole contenimento dell'area di occupazione nella nuova configurazione geometrica).

2.3 Rotatoria lungo la SP 363 (ex SS 174)

Questa rotatoria risulta progettata e realizzata tra il 2000 e il 2001 per risolvere un nodo particolarmente trafficato nel periodo estivo, anche attraverso l'eliminazione di un semaforo. A seguito dell'intervento dell'epoca, gli effetti sui flussi di traffico sono stati benefici, pur con alcune irregolarità di deflusso soprattutto nelle ore di punta. In particolare:

- è emersa la migliorabilità della manovra di ingresso;
- è emersa la necessità di evitare le manovre di interscambio sull'anello circolatorio;
- sono state ravvisate anomalie nelle manovre anche per l'effetto della forma ellittica.

Anche per questa rotatoria, procedendo ad una revisione geometrica, condotta secondo i presupposti e alla luce delle regole fissate nella normativa, la configurazione assume il seguente aspetto, che, come è peraltro molto evidente, permette una riduzione dell'area di ingombro complessiva.

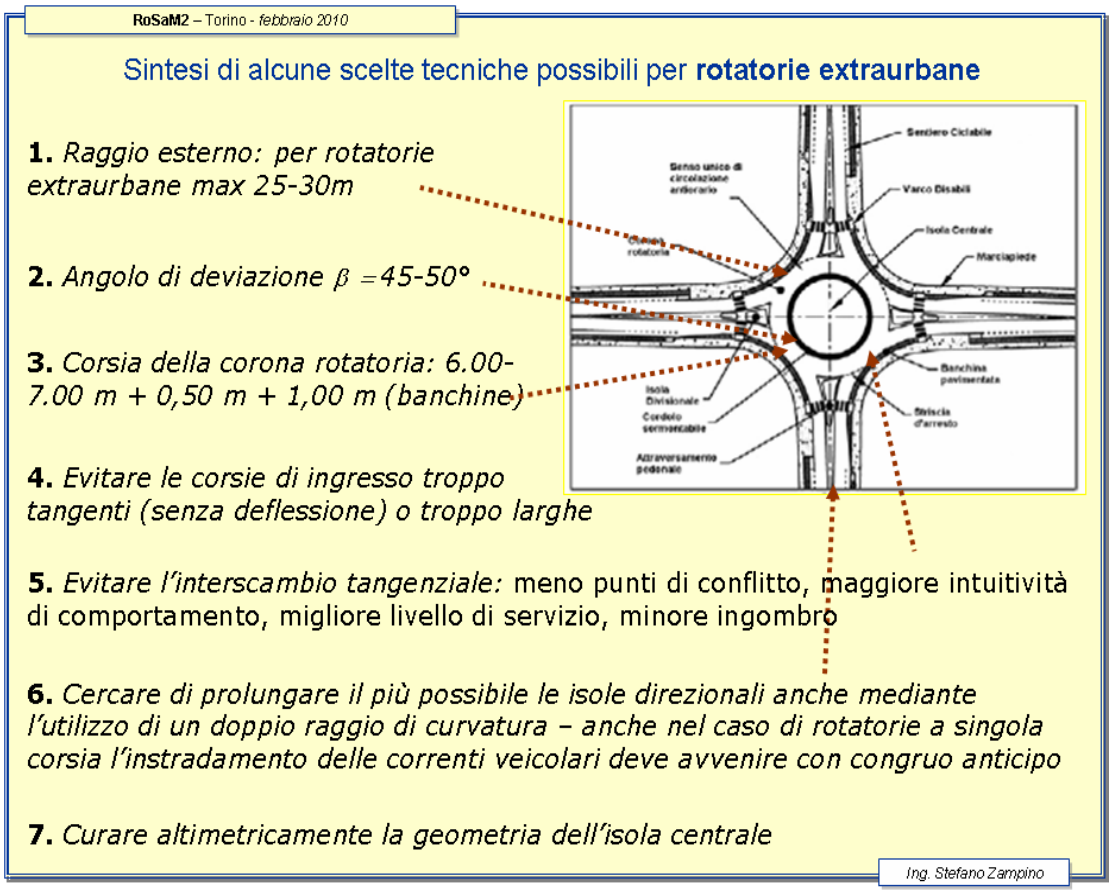
2.4. Rotatoria lungo la SP 335

Questa rotatoria, pur contraddistinta da flussi di traffico non elevati, ha dall'inizio manifestato anomalie di malfunzionamento riconducibili a quelle descritte per le rotatorie precedenti, e quindi dovute all'eccessiva tangenzialità dei rami in ingresso/uscita, alla larghezza eccessiva della corsie dell'anello circolatorio, al presupposto che il funzionamento dell'intersezione fosse basato sull'interscambio tra le correnti di traffico lungo l'anello circolatorio.

Su questa rotatoria, su cui l'intervento di adeguamento è stato peraltro già realizzato, la configurazione geometrica adeguata è la seguente.

3. SINTESI DEGLI ASPETTI TECNICI DELLA PROGETTAZIONE.

Alla luce delle esperienze condotte e dei casi fin qui esposti sono stati riportati, nello schema che segue, in modo sintetico, alcuni presupposti base per la progettazione geometrica delle intersezioni a rotatoria, ritenuti particolarmente rilevanti.



Si tratta naturalmente di una elaborazione schematica che, da un lato riprende le indicazioni della norma, dall'altro fornisce alcuni elementi che possono essere utili laddove la norma non risulta particolarmente analitica.

Oltre quindi alle indicazioni normative riguardanti la **dimensione del raggio esterno**, per le quali sostanzialmente si ritiene che, se la rotatoria ha quattro bracci, non comporta alcun beneficio il superamento del diametro esterno di 50 m indicato dalla norma, *il parametro certamente fondamentale* per una buona progettazione è individuabile nel cosiddetto **angolo di deviazione β** (la cui derivazione normativa sembra essere riconducibile alle norme

svizzere ([2])). Anche nei casi di forte eccentricità dei bracci che si innestano sulla rotatoria, quindi, occorre studiarne il relativo andamento in modo tale da consentire il conseguimento di valori dell'angolo di deviazione conformi alla norma. Questo vuol dire introdurre, se necessario, lievi disassamenti planimetrici dei bracci afferenti, possibilmente impostati secondo ampi raggi di curvatura, con assi convergenti nel centro della rotatoria.

Nello schema di sintesi sopra riportato vi sono anche alcune indicazioni sulla larghezza delle banchine sull'anello rotatorio. Si tratta di indicazioni riferite a casi di rotatorie realizzate in corrispondenza della viabilità esistente, ove priva di banchine regolamentari: in merito, nulla viene riportato nella normativa e dette indicazioni sono state dedotte da casi pratici, sulla base di alcune esperienze costruttive.

Altro elemento normativo e tecnico imprescindibile ai fini di un buon dimensionamento è quello correlato alla **larghezza dei bracci in ingresso e uscita**, nonché alla larghezza della corsia dell'anello. Si ritiene che le prescrizioni della norma siano in proposito abbastanza chiare e logiche, nonché coerenti con la filosofia del legislatore. Ne riviene che le corsie di immissione nell'anello devono essere di larghezza di 3,50 m (per rotatorie ad un'unica corsia), mentre quelle in uscita avranno larghezza variabile tra 4.00 e 4.50 m, nell'ottica di agevolare le condizioni di deflusso.

La norma risulta generica nelle indicazioni relative alla configurazione del **ciglio esterno** (curvatura) dei bracci in ingresso e uscita, da cui peraltro consegue anche la conformazione delle isole direzionali e la relativa lunghezza.

In proposito, oltre a quanto riportato in alcune pubblicazioni ([3]) sono state esaminate e confrontate le indicazioni delle normative di altri paesi al fine di individuare i raggi ottimali e, in base ad alcune verifiche di ordine geometrico e realizzativo, si ritiene utile suggerire di procedere secondo i seguenti *raggi minimi* di riferimento e quindi secondo la conseguente costruzione geometrica, sintetizzabile come segue:

1) *transizione dal rettifilo di accesso al raccordo del braccio di innesto*: utilizzo di un primo raggio dipendente dalla velocità di approccio e comunque non inferiore a 90-100 m, per uno sviluppo pari a circa 0,9 volte la distanza di arresto;

[2] *Vedi il volume "Progettazione stradale" – Cap. 6 – Le rotatorie – Francesco Annunziata e altri AA.VV. – Dario Flaccovio Editore – Marzo 2007*
[3] *Vedi il volume "Progettare le rotatorie"– Sascia Canale e altri AA.VV. – EPC libri Editore – 2005*

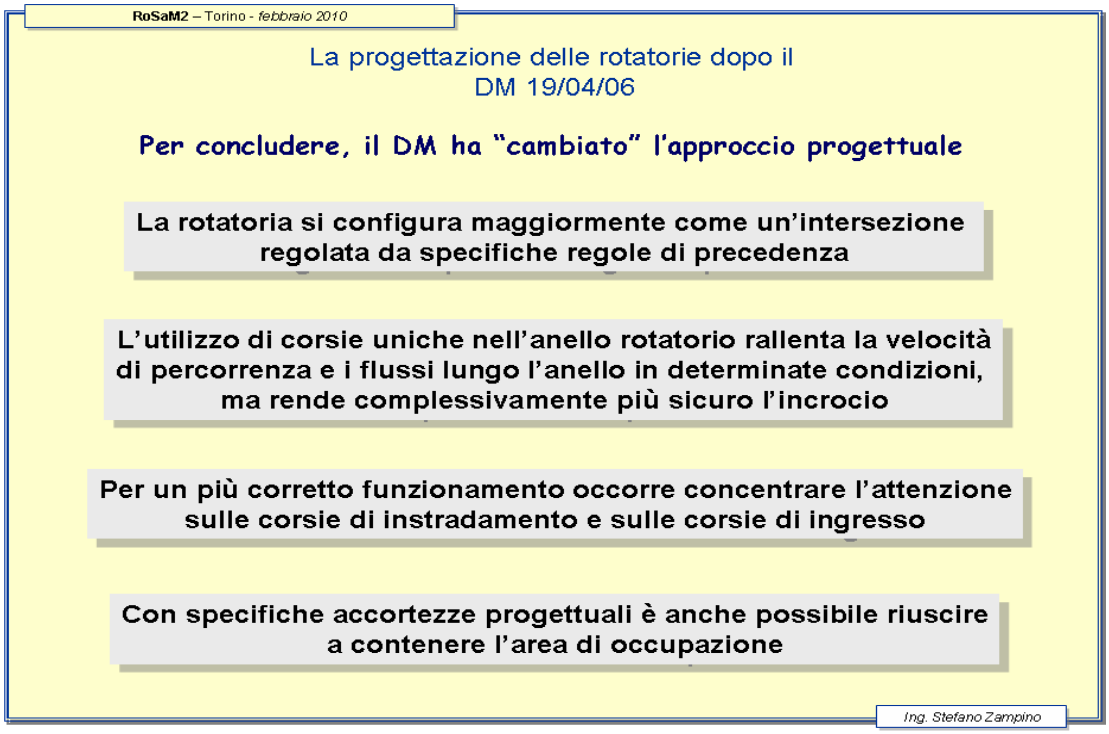
2) *braccio di innesto tangente all'anello rotatorio*: raggio non inferiore a 15-20 m e comunque inferiore al raggio esterno della rotatoria;

3) *raggio di curvatura del ciglio per i bracci in uscita maggiore che per i bracci in ingresso e comunque superiore al raggio dell'isola circolatoria.*

Mediante la descritta costruzione si riesce a conseguire il benefico effetto – pur senza arrivare ai valori prescritti dalla normativa francese - del prolungamento dell'isola direzionale che, nello svolgere la funzione di canalizzare il traffico, ha anche il ruolo di migliorare la percezione della presenza dell'incrocio e di indurre conseguentemente al rallentamento i veicoli in ingresso.

4. CONCLUSIONI

La sintesi delle valutazioni fin qui condotte è riportata nello schema seguente, in cui ancora una volta si ribadiscono gli elementi e i presupposti di base della progettazione delle rotatorie.



LA PROVINCIA DI BOLOGNA

ESEMPI DI BILANCIO PARTECIPATO DELLA SICUREZZA STRADALE NELLA PROVINCIA DI BOLOGNA

Davide Parmeggiani

Dirigente del Servizio Manutenzione Strade

VALUTAZIONI COSTI/EFFICACIA DI ALCUNI INTERVENTI PER LA SICUREZZA STRADALE

ESEMPI DI BILANCIO "PARTECIPATO" DELLA SICUREZZA NELLA PROVINCIA DI BOLOGNA

Tavola rotonda - Torino, 22 FEBBRAIO 2010

DAVIDE PARMEGGIANI
DIRIGENTE DEL SERVIZIO MANUTENZIONE STRADE

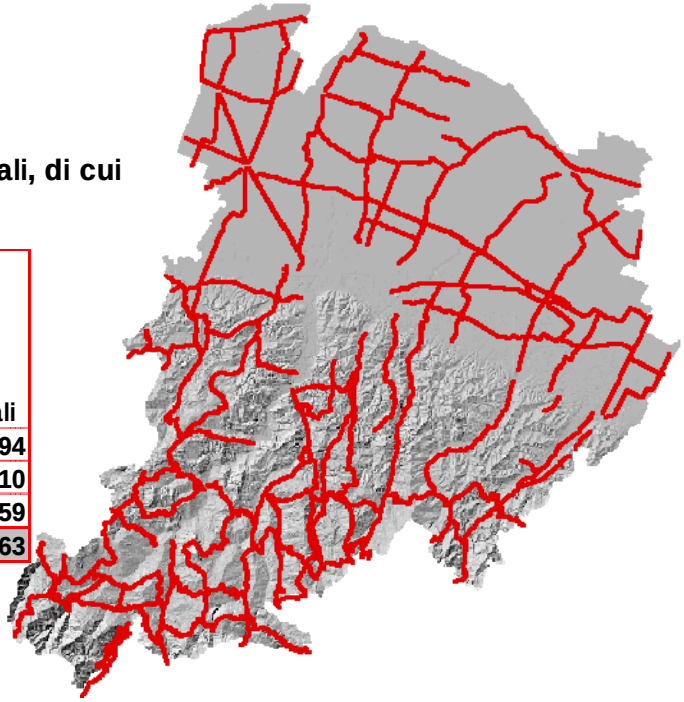
ALCUNI ESEMPI DI VALUTAZIONE DEL RAPPORTO COSTO/EFFICACIA

INTERSEZIONI A ROTATORIA

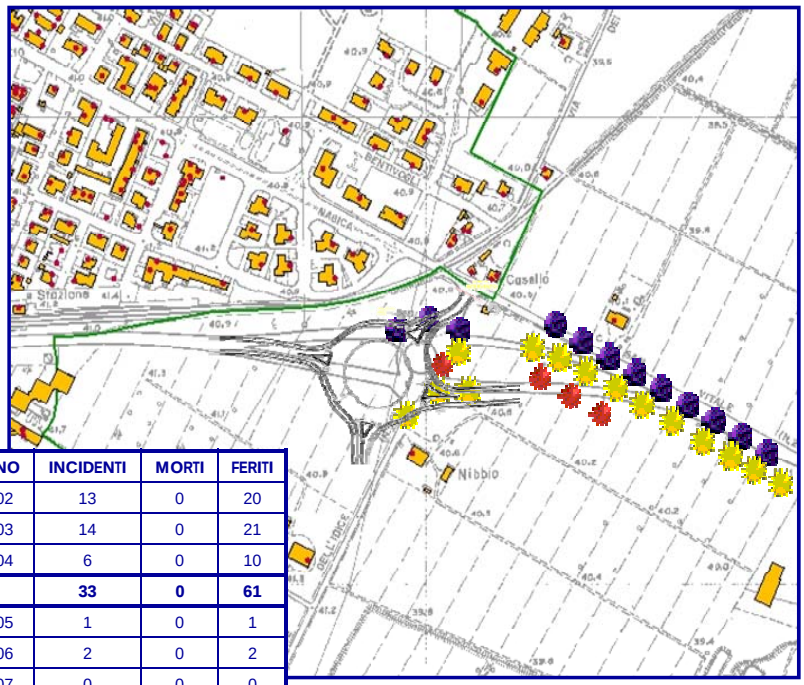
LA RETE STRADALE DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA IN SINTESI:

1400 km di Strade Provinciali, di cui 350 km di strade ex-Anas

INTERSEZIONI	extraurbano	urbano	totali
a "X"	143	151	294
a "T"	1317	1093	2410
a rotatoria	38	21	59
totali	1498	1265	2763



Intersezione a rotatoria:
SP253 "San Vitale"
Via Nasica
"IL NIBBIO"



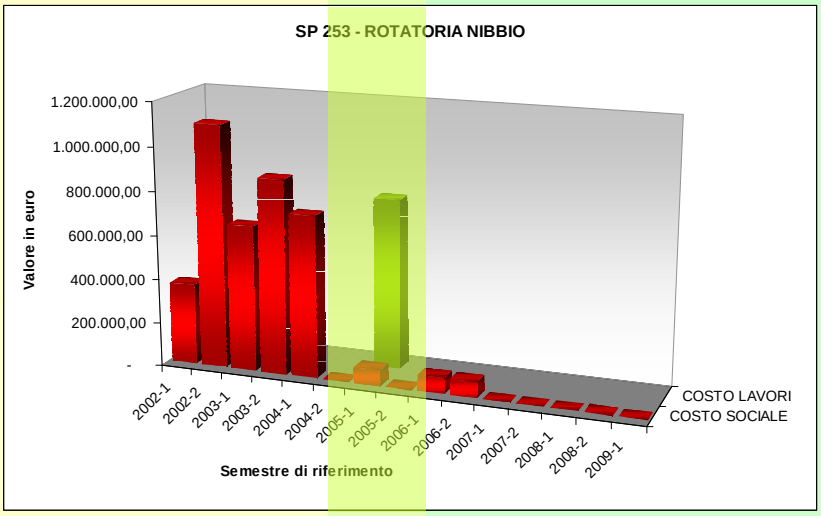
	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	13	0	20
	2003	14	0	21
	2004	6	0	10
TOTALE (prima dell'intervento)		**33**	**0**	**61**
	2005	1	0	1
	2006	2	0	2
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
TOTALE (dopo l'intervento)		**3**	**0**	**3**

Intersezione a rotatoria:
SP253 “San Vitale”
Via Nasica
“IL NIBBIO”

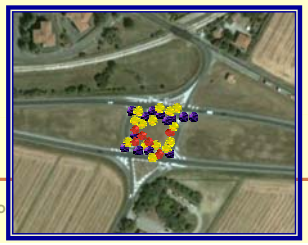
	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	13	0	20
	2003	14	0	21
	2004	6	0	10
TOTALE (prima dell’intervento)		**33**	**0**	**61**
	2005	1	0	1
	2006	2	0	2
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
TOTALE (dopo l’intervento)		**3**	**0**	**3**

PARMEGGIANI/5

costo sociale medio annuo prima:
€1.497.163



costo sociale medio annuo dopo:
€55.223



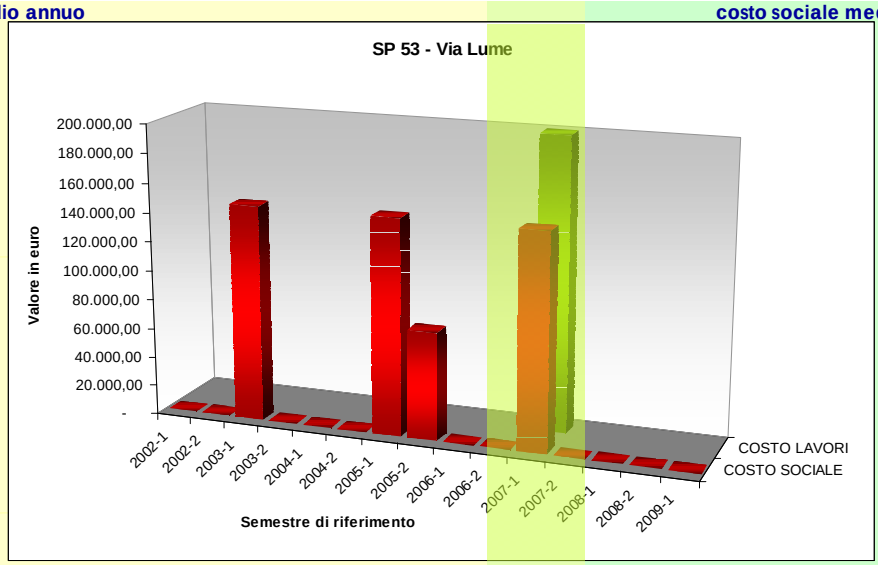
TORINO

Intersezione a rotatoria: SP53 "Bivio Selice Mordano" Via Lume

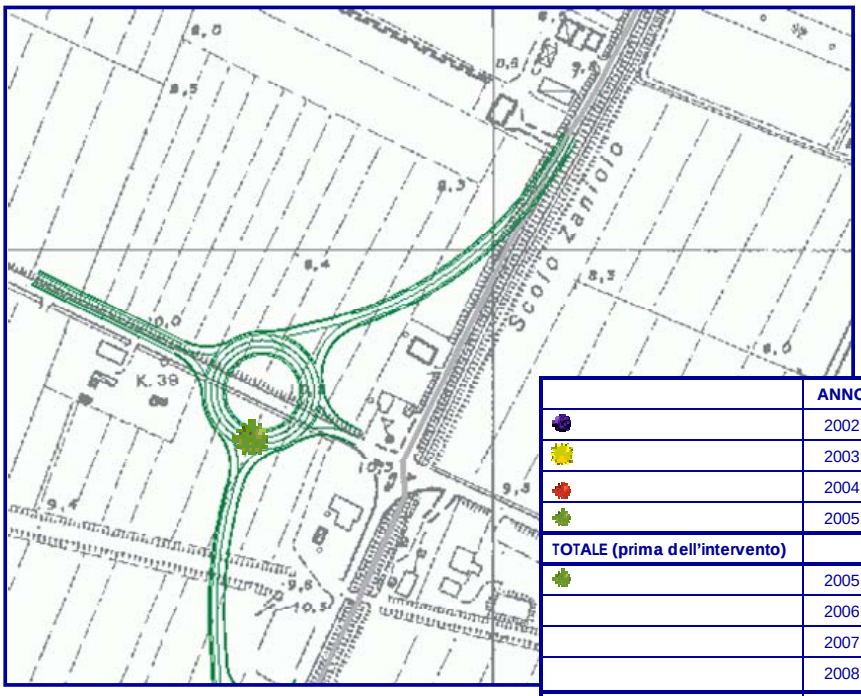
	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	0	0	0
	2003	1	0	2
	2004	0	0	0
	2005	2	0	3
	2006	0	0	0
	2007	1	0	2
	TOTALE (prima dell'intervento)	**4**	**0**	**7**
	2008	0	0	0
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l'intervento)	**0**	**0**	**0**

TORINO, 22 FEBBRAIO 2010

costo sociale medio annuo prima:
€85.902



costo sociale medio annuo dopo:
€0



Intersezione a rotatoria:
SP253 “San Vitale”
SP610 “Selice”

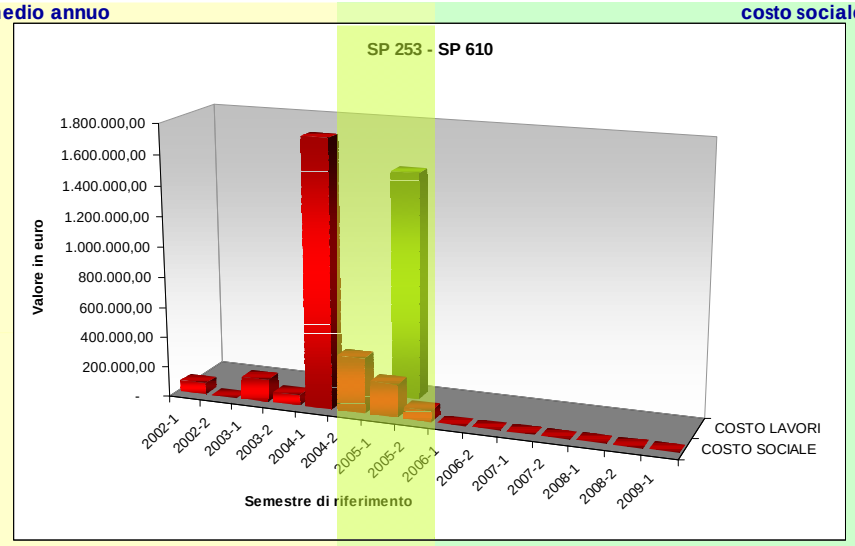
	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	1	0	1
	2003	3	0	3
	2004	8	1	10
	2005	3	0	3
TOTALE (prima dell’intervento)		**16**	**1**	**18**
	2005	1	0	1
	2006	0	0	0
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
TOTALE (dopo l’intervento)		**1**	**0**	**1**

Intersezione a rotatoria :
SP253 “San Vitale”
SP610 “Selice”

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	1	0	1
	2003	3	0	3
	2004	8	1	10
	2005	3	0	3
	TOTALE (prima dell’intervento)	**16**	**1**	**18**
	2005	1	0	1
	2006	0	0	0
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	TOTALE (dopo l’intervento)	**1**	**0**	**1**

Intersezione SP253 San Vitale – SP610 Selice Montanara

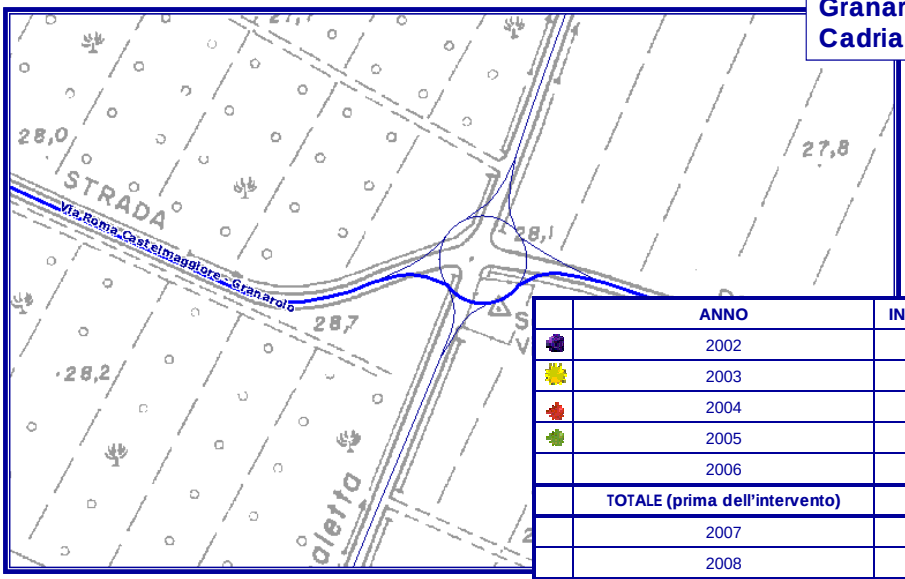
costo sociale medio annuo prima:
€679.948



costo sociale medio annuo dopo:
€18.407

Intersezione SP46 Castel Maggiore Granarolo – Via Cadriano

Intersezione:
SP46 "Castel Maggiore Granarolo" – Via Cadriano



	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	3	2	5
	2003	3	0	5
	2004	2	0	3
	2005	2	0	2
	2006	0	0	0
	TOTALE (prima dell'intervento)	**10**	**2**	**15**
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l'intervento)	**0**	**0**	**0**

TORINO, 22 FEBBRAIO 2010

PARMEGGIANI/T2

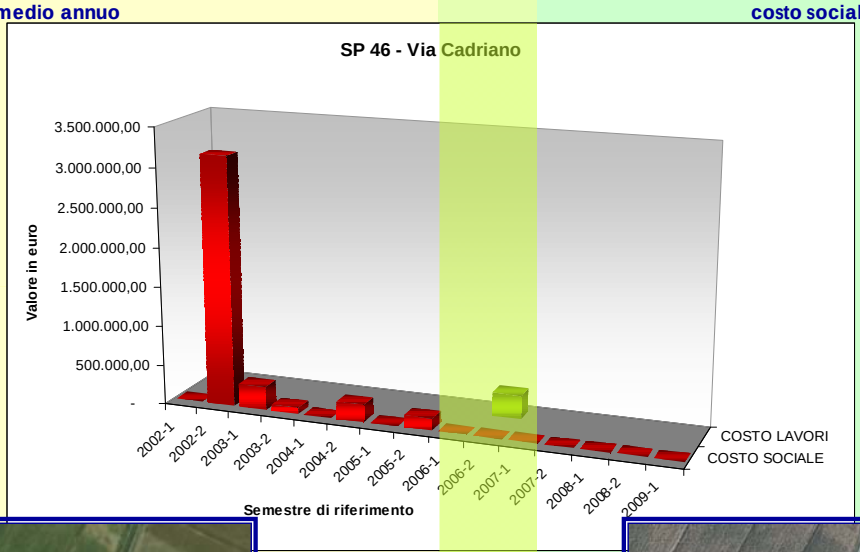
Intersezione:

SP46 “Castel Maggiore Granarolo” – Via Cadriano

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	3	2	5
	2003	3	0	5
	2004	2	0	3
	2005	2	0	2
	2006	0	0	0
	TOTALE (prima dell'intervento)	**10**	**2**	**15**
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l'intervento)	**0**	**0**	**0**

costo sociale medio annuo prima:

€778.666



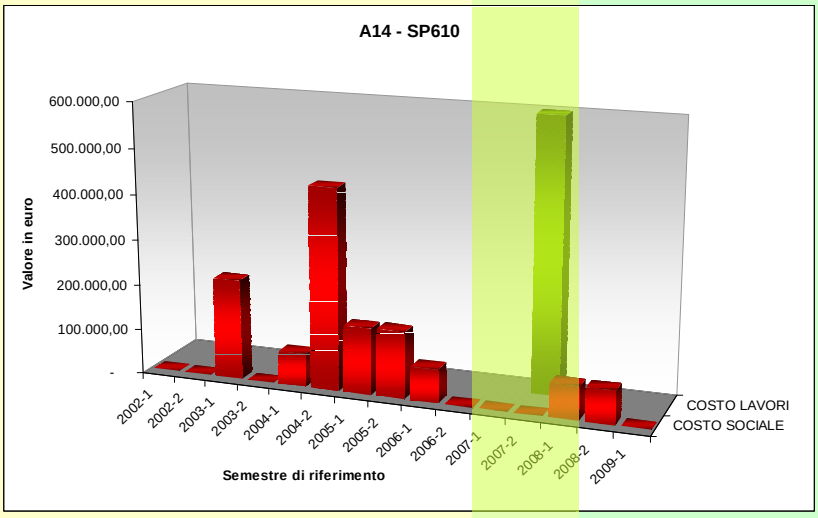
costo sociale medio annuo dopo:

€0

Intersezione a rotatoria:
A14 Adriatica – SP610 "Selice o Montanara Imolese"

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	0	0	0
	2003	1	0	3
	2004	4	0	7
	2005	4	0	4
	2006	1	0	1
	2007	0	0	0
	2008	1	0	1
	TOTALE (prima dell'intervento)	**11**	**0**	**16**
	2008	1	0	1
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l'intervento)	**1**	**0**	**1**

costo sociale medio annuo prima:
€184.077

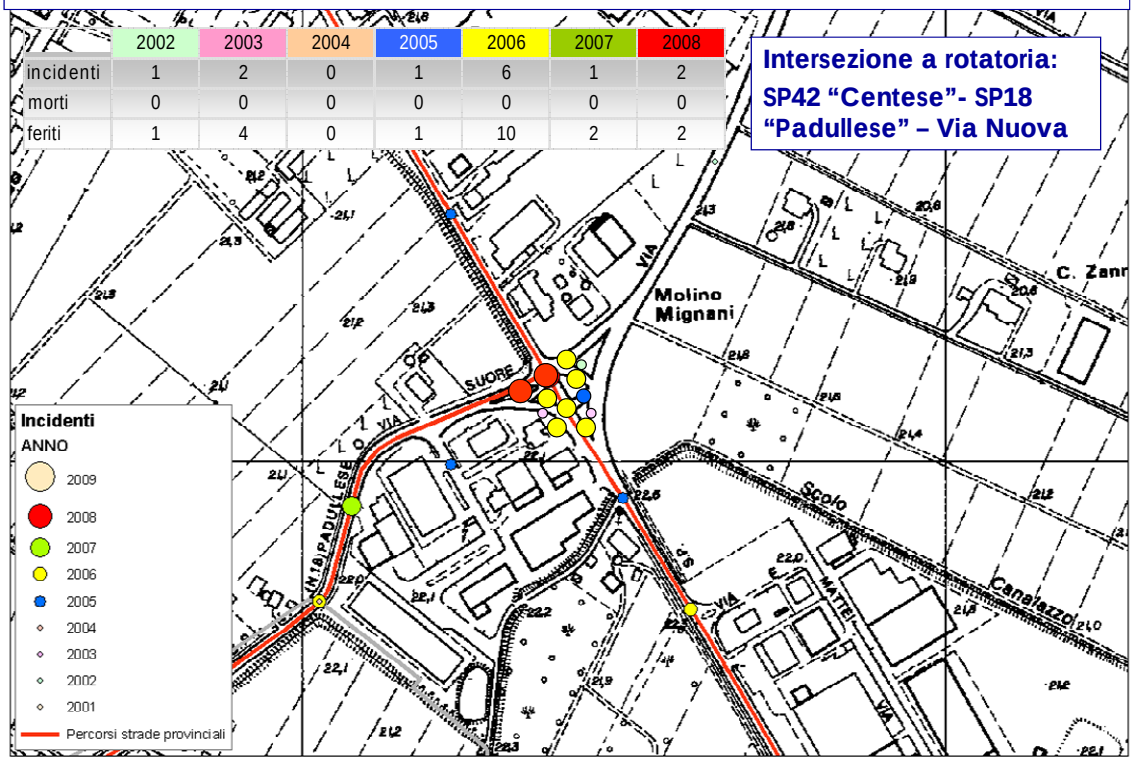


costo sociale medio annuo dopo:
€73.631

GLI INTERVENTI IN CORSO DI REALIZZAZIONE

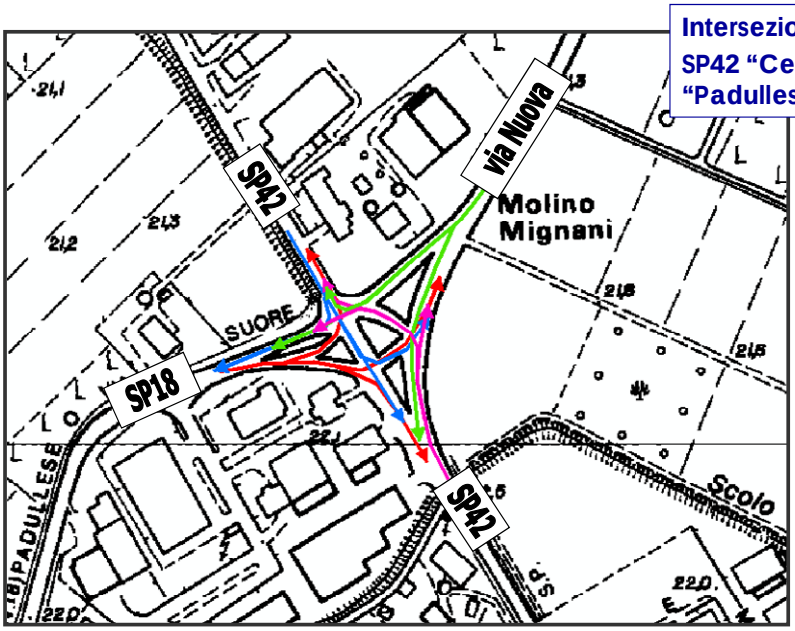
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
incidenti	1	2	0	1	6	1	2
morti	0	0	0	0	0	0	0
feriti	1	4	0	1	10	2	2

Intersezione a rotatoria:
SP42 "Centese"- SP18 "Padullese" – Via Nuova

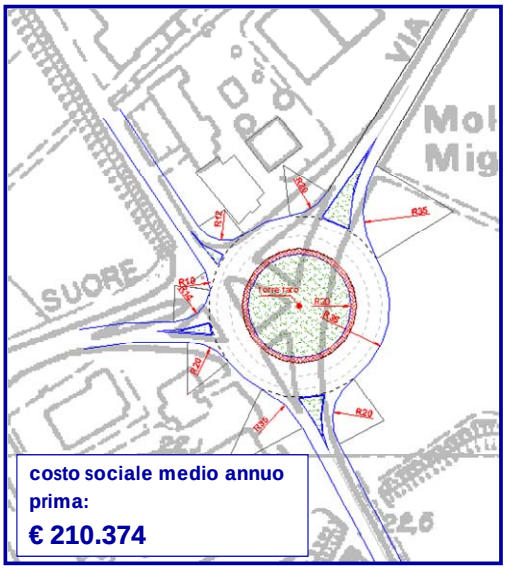


GLI INTERVENTI IN CORSO DI REALIZZAZIONE

Intersezione a rotatoria:
SP42 "Centese"- SP18 "Padullese" – Via Nuova



Intersezione a rotatoria:
SP42 "Centese"- SP18 "Padullese" – Via Nuova



costo sociale medio annuo prima:
€ 210.374

L'intervento è, ad oggi, in corso di collaudo: verrà monitorato l'andamento del costo sociale ..

ALCUNI ESEMPI DI VALUTAZIONE DEL RAPPORTO COSTO/EFFICACIA

ALTRE INTERSEZIONI

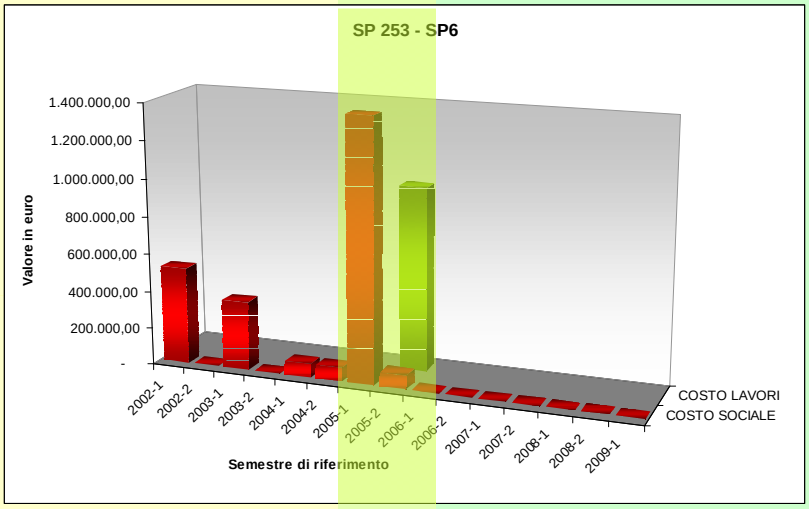
(A RASO, A LIVELLI DIFFERENZIATI)

Intersezione a raso: SP253 “San Vitale” – SP6 “Zenzalino”

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	5	0	7
	2003	3	0	5
	2004	2	0	2
	2005	2	1	1
	TOTALE (prima dell’intervento)	**12**	**1**	**15**
	2006	0	0	0
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l’intervento)	**0**	**0**	**0**

L’intervento ha comportato la realizzazione di corsie di accumulo, decelerazione e accelerazione.

costo sociale medio annuo prima:
€624.724



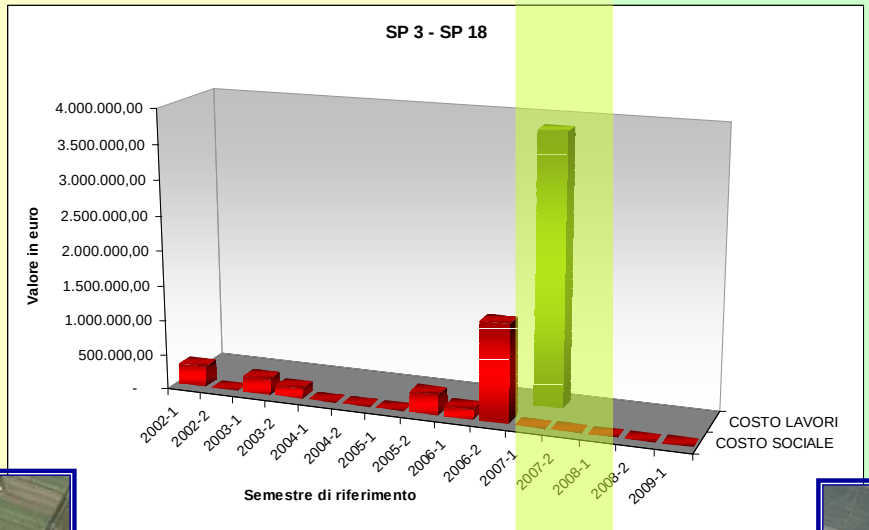
costo sociale medio annuo dopo:
€0

Intersezione a livelli differenziati:
SP3 “Trasversale di Pianura” – SP18 “Padullese”

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	2	0	4
	2003	3	0	5
	2004	0	0	0
	2005	2	0	4
	2006	2	1	2
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	TOTALE (prima dell’intervento)	**9**	**1**	**16**
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l’intervento)	**0**	**0**	**0**

costo sociale medio annuo prima:
€367.504

costo sociale medio annuo dopo:
€0



UN ESEMPIO DI VALUTAZIONE DEL RAPPORTO COSTO/EFFICACIA PER L'INTERVENTO DI

INSTALLAZIONE DEL CONTROLLO ELETTRONICO DELLA VELOCITA'

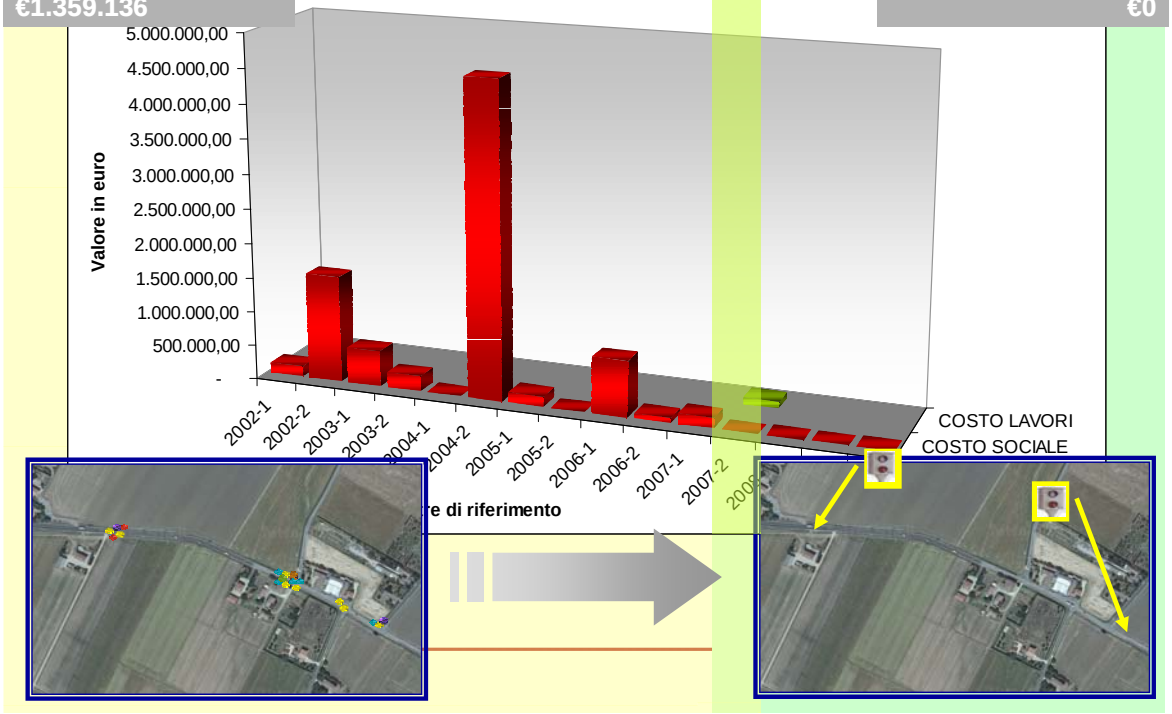
SP253 San Vitale dal km 19+401 al km 21+046

	ANNO	INCIDENTI	MORTI	FERITI
	2002	3	1	4
	2003	6	0	10
	2004	3	3	5
	2005	1	0	2
	2006	6	0	12
	2007	1	0	2
	TOTALE (prima dell'intervento)	**20**	**4**	**35**
	2007	0	0	0
	2008	0	0	0
	2009 (primo semestre)	0	0	0
	TOTALE (dopo l'intervento)	**0**	**0**	**0**

costo sociale medio annuo prima:
€1.359.136

SP253 San Vitale dal km 19+401 al km 21+046

costo sociale medio annuo dopo:
€0



COMUNE DI UDINE

Analisi di tre interventi consistenti nella realizzazione di intersezioni a rotatoria programmati nell'ambito del Piano Urbano del Traffico (2002)

Stefania Pascut
Comune di Udine - Progetto O.M.S. "Città Sane"

Francesco Magro
Professionista esterno

Fonte immagini: Comune di Udine
Fotografie: F. Magro

INTRODUZIONE

Gli interventi di seguito presentati riguardano la radicale riconfigurazione di tre nodi della viabilità urbana principale, in quanto ricadenti in corrispondenza di intersezioni tra la circonvallazione interna della città e radiali di penetrazione principali. Gli interventi rientrano tra quelli programmati, e in gran parte attuati, nell'ambito del PGTU approvato nel 2002, di cui si riporta il quadro delle criticità e dei relativi interventi nell'area urbana centrale. Le opere analizzate (punti 3, 8, e 9 in planimetria) sono state realizzate tra il 2004 e il 2007.

Va precisato che, rispetto alle finalità del dossier, l'analisi costi/efficacia riferita agli effetti sulla sicurezza non risulta automaticamente applicabile, in quanto, in due dei tre casi analizzati, gli importi dei lavori e gli effetti ricercati non sono riconducibili alla sola sicurezza (riduzione dell'incidentalità). Le finalità alla base dei progetti, infatti, pure ponendo la sicurezza come obiettivo prioritario, hanno rivestito anche ulteriori valenze, prime tra tutte la fruibilità pedonale e ciclabile (in quanto le situazioni in esame presentavano discontinuità o carenze nelle reti per le "utenze deboli") e la riqualificazione degli spazi latistanti, spesso degradati o residuali.

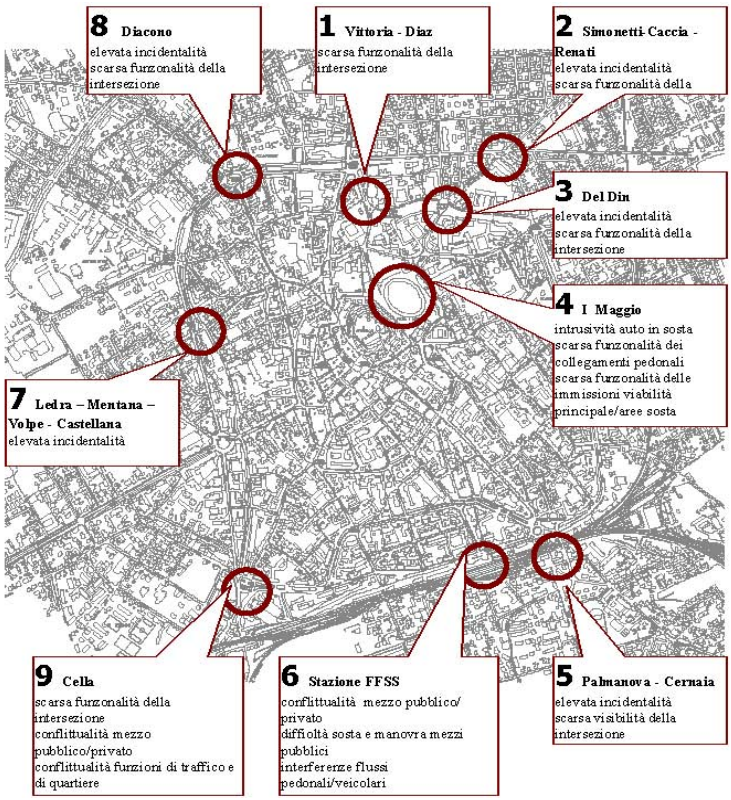
Come illustrato nelle schede che seguono, per ogni nodo sono state analizzate le caratteristiche e le criticità principali, considerando in particolare:

- Livelli di incidentalità (dati derivati da schede ISTAT);
- Flussi di traffico e condizioni di deflusso (rilievi e modello di simulazione);
- Caratteristiche dei percorsi pedonali e ciclabili;
- Caratteristiche insediative e condizioni degli spazi pubblici.

Relativamente all'incidentalità sono stati analizzati i dati riferiti ad un quinquennio (1995-1999) al fine di ottenere una adeguata significatività statistica per l'individuazione dei "punti neri" e per l'analisi puntuale delle cause.

PIANO URBANO DEL TRAFFICO DEL COMUNE DI UDINE

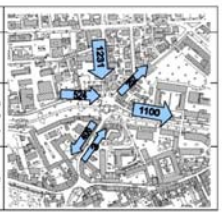
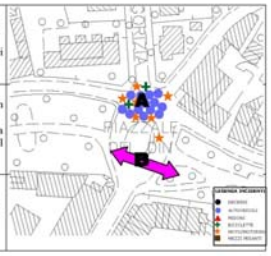
PRINCIPALI CRITICITÀ IN AREA URBANA



Piazzale Del Din (punto 3 planimetria PGTU)

Situazione ante intervento: Intersezione con precedenza ai flussi transitanti lungo l'anello di circonvallazione, caratterizzata da scarsa visibilità e conseguentemente elevata incidentalità e necessità di gestione dei flussi tramite presidio della Polizia Municipale nelle ore di punta.

3. **Piazzale Dal Din**: presenta un'elevata incidentalità, legata a problemi di visibilità e di traiettorie delle correnti di traffico.

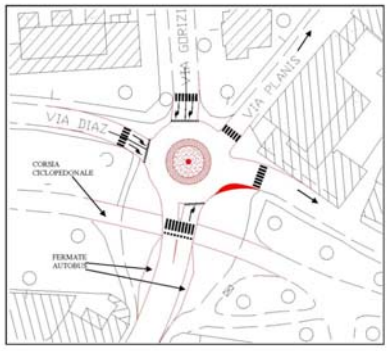
Tipo Intersezione regolata a precedenza	
Flussi veicolari 1.800 veicoli equivalenti in entrata nel nodo	
Insediamenti Bassa densità di residenze e attività commerciali; parco protetto da vincolo ambientale; caserma, ospedale militare, istituto geriatrico e area scolastica nei dintorni	
Caratteristiche/esigenze della domanda Funzioni di traffico rilevanti Elevati flussi pedonali (polo scolastico e presenza fermate trasporto pubblico) Fruizione del parco	
Valutazioni funzionali – problemi di visibilità (Gorizia - **A**) – elevate velocità in via Diaz – problematica gestione dei flussi pedonali	
Relazioni ciclo-pedonali – forti attraversamenti pedonali in ora di punta (**A**) – mancanza connessione pista ciclabile e percorso pedonale del parco (**B**)	
Punti di conflitto **A** intersezione **B** discontinuità ciclabile e pedonale	

Incidentalità (1995 – 1999)

numero incidenti	22	Natura incidente		orario	
veicoli coinvolti	44	front-laterale	22	diurno	19
autoveicoli	35	laterale	0	notturno	3
moto	7	frontale	0		
bici	2	investimento pedoni	0		
pesanti	0	fuoriuscita	0		
pedoni	0	tamponamento	0		
		urto veicolo in sosta	0		

Ipotesi di progetto

Viene proposta la risistemazione dell'intersezione con una rotatoria dell'intersezione, in sostituzione dell'attuale area verde.
La sistemazione indicata è stata sottoposta alla valutazione preventiva da parte della Soprintendenza ai Beni e alle Attività Culturali di Udine, la quale ha espresso, con nota prot. 394 in data 23.01.2002, parere favorevole, riservandosi di verificare, in sede esecutiva, la soluzione di ricollocazione del cippo commemorativo.

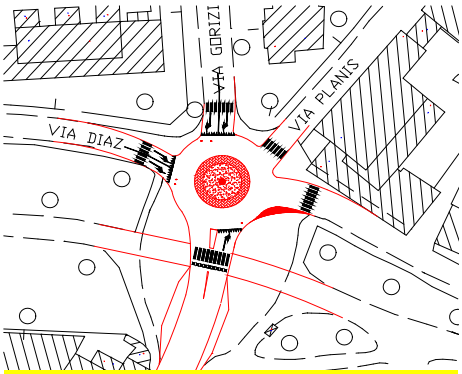


ROTONDA DAL DIN			
	RAMO 1 Diaz ovest	RAMO 2 Gorizia	RAMO 3 S. Agostino
Flussi in entrata	524	1231	30
Tasso di utilizzo del ramo di entrata	**50%**	**61%**	**4%**
Grado di impegno dei punti di conflitto	**25%**	**58%**	**1%**

I tassi di utilizzo dei rami di ingresso e i gradi di impegno dei punti di conflitto sono calcolati con il "metodo svizzero".

SITUAZIONE ANTE INTERVENTO

VISTA ROTATORIA REALIZZATA



SCHEMA DI PROGETTO

Riepilogo dati ed effetti dell'intervento

- Realizzazione anno 2007
- Costo circa 120.000 Euro
- Fluidificazione del traffico: l'intersezione funziona autonomamente, senza l'intervento della Polizia Municipale, i tempi massimi di attesa in accodamento in ora di punta sono di circa 25-30"
- Drastica riduzione dell'incidentalità: da 22 casi nel periodo 1995-1999 a 1 caso nei 3 anni di funzionamento a regime

Piazzale Diacono (punto 8 planimetria PGTU)

Situazione ante intervento: Intersezione con precedenza ai flussi transitanti lungo l'anello di circonvallazione e grande isola spartitraffico centrale per l'accumulo per le svolte a sinistra. Elevati flussi di traffico (4.500 veicoli/ora entranti nell'intersezione) con diversi punti di conflitto tra correnti veicolari. Elevata incidentalità e necessità di gestione dei flussi tramite presidio della Polizia Municipale nelle ore di punta.

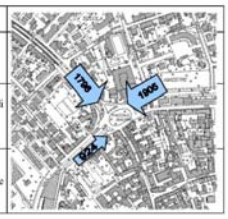
8. **Piazzale Diacono**: elevata incidentalità, scarsa funzionalità dell'intersezione.

Tipo
Intersezione regolata a precedenza

Flussi veicolari
4.500 veicoli equivalenti in entrata nel nodo

Insediamenti
forte presenza residenziale e di strutture di svago (piscina e parco giochi)

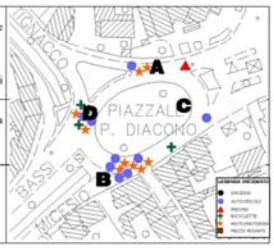
Caratteristiche/esigenze della domanda
Funzioni di traffico rilevanti
Elevati flussi pedonali (polo scolastico e presenza di fermate del trasporto pubblico)



Valutazioni funzionali
- problemi di elevate velocità e scarsa sicurezza per i ciclisti(**A**)
- problemi di visibilità (**B**)
- problemi di visibilità (**C**)
- scarsa visibilità tra i flussi conflittuali (**D**)

Relazioni ciclo-pedonali
- mancanza connessione pista ciclabile

Punti di conflitto
A Angolo intersezione
B Discontinuità ciclabile
C Gestione precedenze

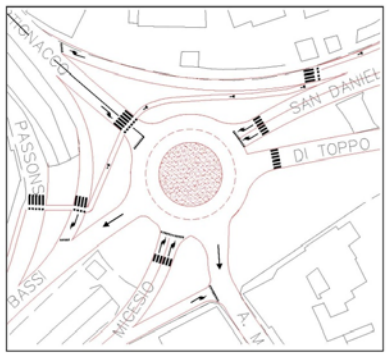


Incidentalità (1995 – 1999)

numero incidenti	24	Natura incidente		orario	
veicoli coinvolti	45	front-laterale	12	diurno	17
autoveicoli	31	laterale	4	notturno	7
moto	9	frontale	2		
bici	3	investimento pedoni	2		
pesanti	3	fuoriuscita	2		
pedoni	3	tamponamento	1		
		urto veicolo in sosta	1		

Ipotesi di progetto

Le caratteristiche dei flussi di traffico e le risorse dimensionali dell'area permettono l'inserimento di una rotatoria di diametro 36 m con precedenza sull'anello (a due corsie) e a due corsie per ogni ramo di immissione/uscita, con canalizzazione per la svolta a destra.

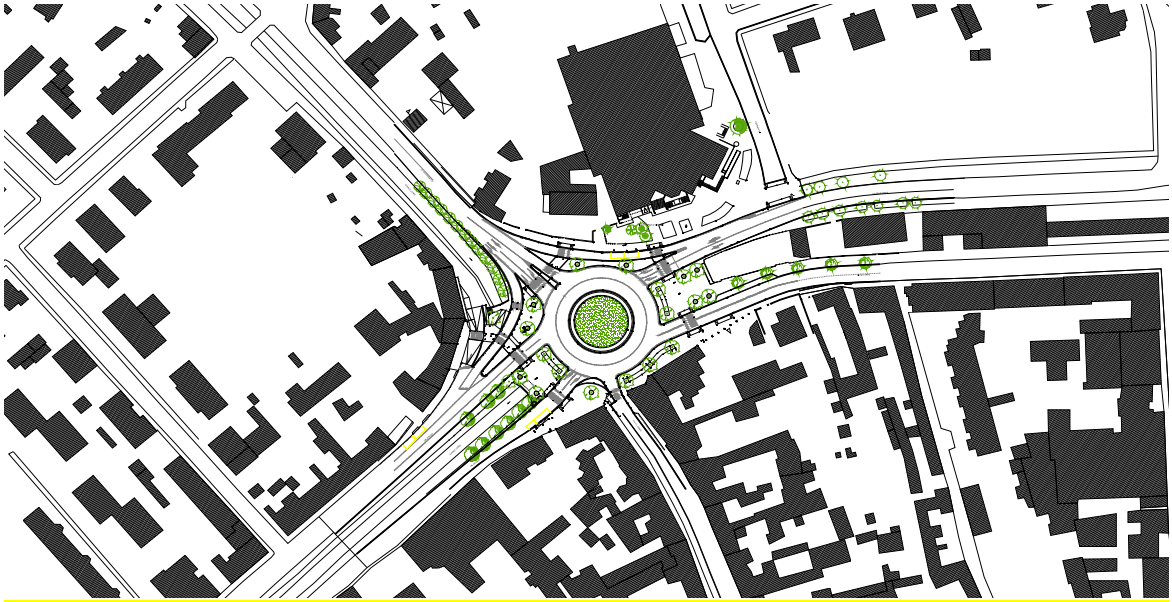


ROTONDA DIACONO			
	RAMO 1	RAMO 2	RAMO 3
	San Daniele	Martignacco	Micesio
Flussi in entrata (1)	1255	1176	624
Tasso di utilizzo del ramo di entrata (2)	**72%**	**89%**	**81%**
Grado di impegno dei punti di conflitto	**50%**	**47%**	**25%**

(1)Gli scostamenti rispetto ai flussi riportati nella figura della pagina precedente sono dovuti al fatto che parte dei flussi transitanti nei rami non entrano in rotatoria, ma svoltano a destra attraverso le apposite corsie.

I tassi di utilizzo dei rami di ingresso e i gradi di impegno dei punti di conflitto sono calcolati con il "metodo svizzero".

SITUAZIONE ANTE INTERVENTO



PROGETTO

Riepilogo dati ed effetti dell'intervento

•Realizzazione anno 2005

•Importo lavori 590.000 Euro (importo totale con oneri accessori 826.000 Euro)

•Fluidificazione del traffico: l'intersezione funziona autonomamente, senza l'intervento della Polizia Municipale, i tempi massimi di attesa in accodamento in ora di punta sono di circa 15-20"

•Riduzione dell'incidentalità: da 24 casi nel periodo 1995-1999 a 16 casi in 4 anni di funzionamento a regime

Piazzale Cella (punto 9 planimetria PGTU)

Situazione ante intervento: Esteso circuito per lo smaltimento di consistenti flussi (5.500 veicoli/ora) lungo la circonvallazione e in ingresso/uscita da sud rispetto alla città. Fenomeni di congestione con blocchi e rallentamenti in ora di punta ed elevata incidentalità. Spazi pedonali latistanti ridotti e in condizioni di degrado. Assenza di percorsi ed attraversamenti ciclabili. **Progetto**: realizzazione di due rotatorie collegate da un tratto viario di circa 100 m a due corsie per senso di marcia con separatore centrale e attraversamenti protetti.

Piano Urbano del Traffico del Comune di Udine Relazione

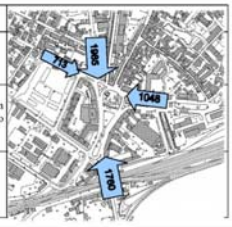
9. **Piazzale Cella**: elevata incidentalità, scarsa funzionalità dell'intersezione.

Tipo
Intersezione mista

Flussi veicolari
5.500 veicoli equivalenti in entrata nel nodo

Insediamenti
forte presenza residenziale e negozi oltre a un cinema, prossimamente è previsto il palazzo della regione. Numerosi parcheggi.

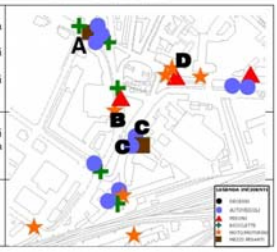
Caratteristiche/esigenze della domanda
Funzioni di traffico rilevanti
Flussi pedonali trasversali legati alle attività



Valutazioni funzionali
- problemi di congestione e scarsa sicurezza per i pedoni (**A**)
- corsie di intreccio poco funzionali (**B**)
- conflittualità con le aree di parcheggio (**C**)

Relazioni ciclo-pedonali
- scarsa funzionalità degli attuali attraversamenti pedonali a chiamata
- assenza connessioni ciclabili

Punti di conflitto
A Corsie di intreccio
B Congestione
C Conflittualità con la sosta
D Scarsa visibilità



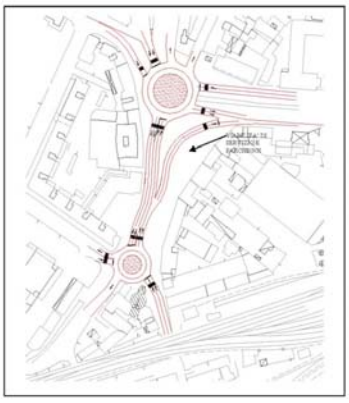
Incidentalità (1995 – 1999)

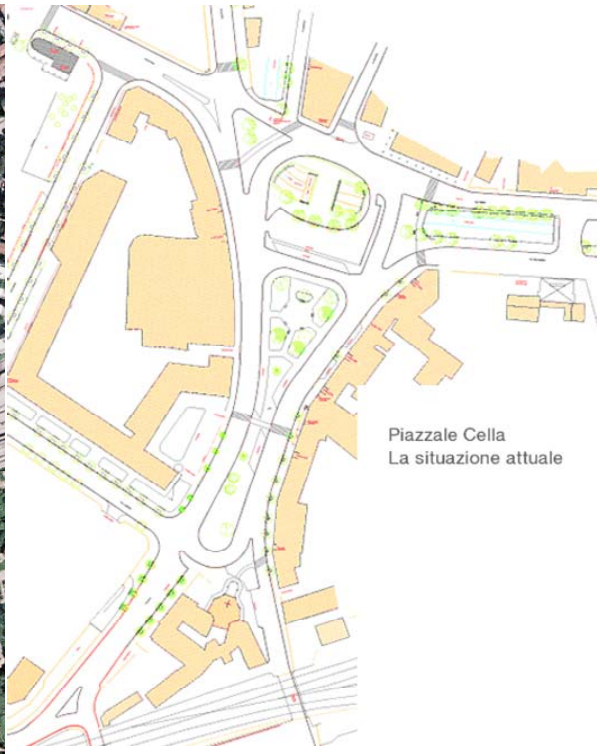
numero incidenti	20	Natura incidente			orario	
veicoli coinvolti	37	front-laterale	2		diurno	15
autoveicoli	24	laterale	3		notturno	5
moto	4	frontale	0			
bici	5	investimento pedoni	2			
pesanti	3	fuoriuscita	1			
pedoni	2	tamponamento	9			
		urto veicolo in sosta	3			

Piano Urbano del Traffico del Comune di Udine Relazione

Ipotesi di progetto

Viene prevista una revisione dell'attuale 'circuito', attraverso l'introduzione di due nodi viari regolati con rotatoria a precedenza sull'anello (in corrispondenza delle due intersezioni principali) e di una corsia di canalizzazione diretta dei flussi provenienti da sud (via Lumignacco) con immissione in viale delle Ferriere.
Il sistema proposto è dettato dalle caratteristiche dei flussi di traffico e dall'assetto della rete stradale e dell'area. L'assetto viabilistico di progetto consente, inoltre, il recupero di spazio pubblico in corrispondenza dei fronti delle edificazioni.





SITUAZIONE ANTE INTERVENTO

INTERVENTO REALIZZATO

VISTE INTERVENTO REALIZZATO

Riepilogo dati ed effetti dell'intervento

•Realizzazione anno 2004

•Costo 900.000 Euro (importo totale opere + oneri accessori)

•Fluidificazione del traffico: eliminazione delle situazioni di congestione con blocchi e rallentamenti, tempi massimi di attesa in accodamento in ora di punta di circa 15"

•Contenuta riduzione dell'incidentalità: da 20 casi nel periodo 1995-1999 a 18 casi nei 5 anni di funzionamento a regime

Parte quarta

TECNICHE PER LA REALIZZAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE.
ALCUNI ELEMENTI DELLA MANUALISTICA DELLA REGIONE PIEMONTE E DELLA REGIONE LOMBARDIA. CENNI ALLA NORMATIVA FRANCESE, OLANDESE, TEDESCA E SVIZZERA

Giulio Maternini

Professore ordinario dell'Università di Brescia

Le intersezioni a rotatoria

✓ **LINEE GUIDA ZONE 30 della Regione Piemonte – Linea guida 19 Le rotatorie (Giugno 2007)**

✓ **Linee guida ZONE DI INTERSEZIONE della Regione Lombardia (D.G.R. n. 7/20829 del 16 febbraio 2005)**

✓ **La normativa FRANCESE sulle intersezioni stradali urbane (CERTU, "Carrefours urbains guide", 1999)**

✓ **La normativa OLANDESE per la progettazione delle intersezioni stradali (ASVV, "Recommendations for traffic provisions in built-up areas", CROW, 1998)**

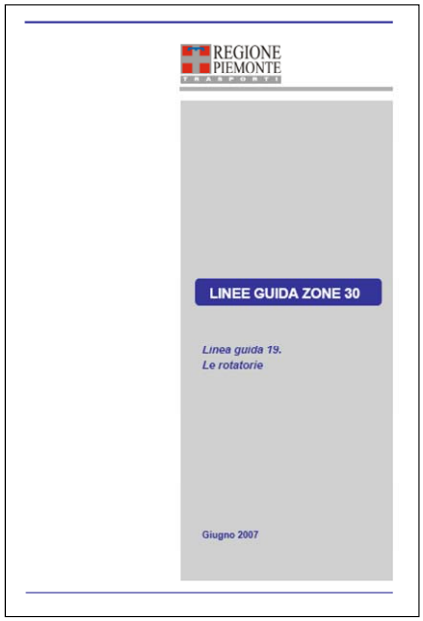
✓ **La normativa TEDESCA sulle intersezioni (EAE85/95, 1995)**

✓ **La normativa SVIZZERA sulle intersezioni con circolazioni a rotatoria (VSS SN 640 263, 1999)**

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

LINEE GUIDA ZONE 30 della Regione Piemonte – Linea guida 19 Le rotatorie (Giugno 2007)

Le linee guida della Regione Piemonte, non sono molto ampie, perché trattano le rotatorie nell'ambito degli elementi di moderazione del traffico per la realizzazione delle Zone 30, quindi ne illustrano solo alcuni aspetti, prendendo spunto da normative di altri paesi europei.



Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI

Le intersezioni a rotatoria

-I **veicoli circolanti** nell'anello (che può avere una o più corsie di marcia) hanno la precedenza rispetto a quelli che devono ancora impegnare l'intersezione.

-La **rotatoria** è pertanto particolarmente idonea in quelle situazioni in cui le strade sono dello stesso livello gerarchico.

-Va precisato che le **rotatorie** sono misure che interessano la viabilità principale e, al più, quella di quartiere; dunque esse riguardano soprattutto la viabilità esterna agli ambiti residenziali delle zone 30. Tuttavia esse sono entrate a far parte della manualistica che si occupa di moderazione del traffico in ragione della loro efficacia in termini sia di sicurezza, sia di fluidificazione del traffico.

-La rotatoria consente di eliminare la regolazione semaforica.

- Se non viene progettata con grande attenzione agli attraversamenti pedonali e ciclabili, rischia di dimostrarsi più rischiosa dell'attraversamento semaforico per l'utenza debole.

Le rotatorie hanno anche la funzione di interrompere la linearità visiva di una strada, evidenziando la presenza di un'intersezione.

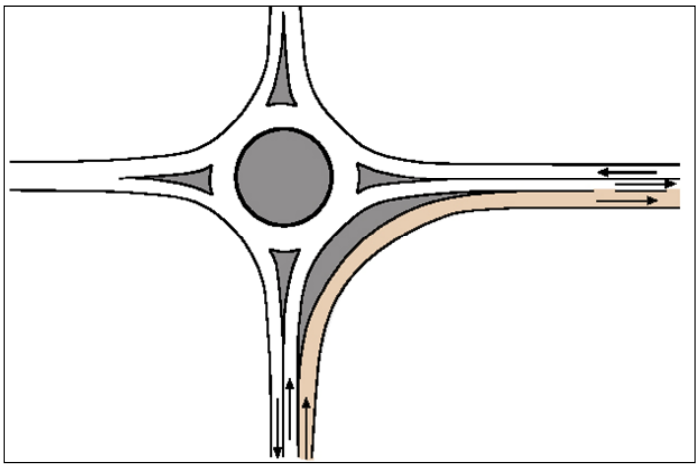
Rotatoria convenzionale

- Anello con grande diametro;
- I bracci mantengono costante la sezione trasversale fino all'immissione.

Rotatoria compatta

-Anello di diametro più ridotto
-I bracci presentano un allargamento, anche notevole in corrispondenza delle immissioni

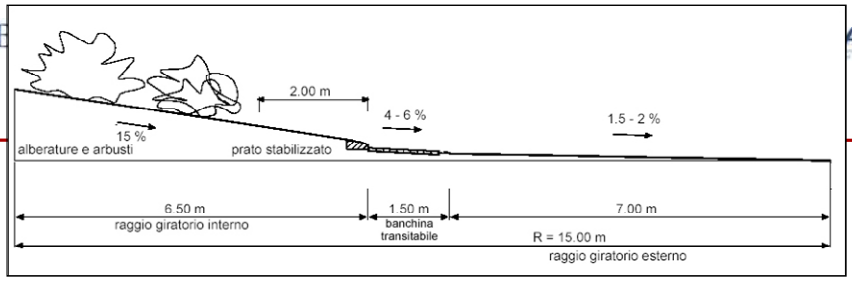
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE



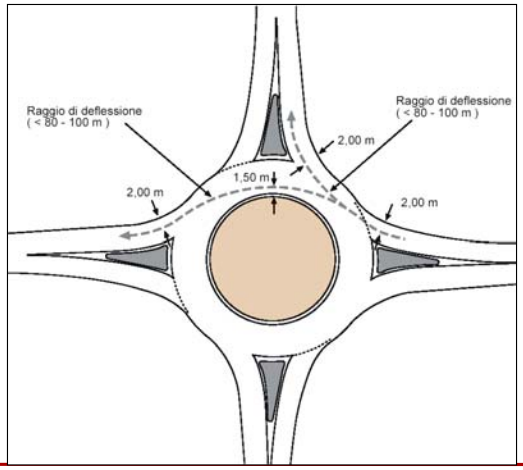
La capacità di una rotatoria può essere ampliata con l'inserimento di una corsia diretta per la svolta a destra

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI

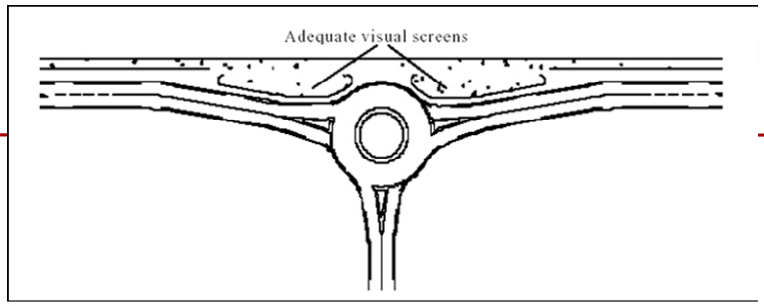
Nelle rotatorie di grandi dimensioni è più difficile garantire la sicurezza degli utenti deboli



Ripartizione degli spazi in una **rotatoria compatta** con raggio esterno di 15 m.



Schema di una rotatoria con indicazione del **raggio di deflessione** raccomandato



Nelle Intersezioni a T occorre far convergere tutti i bracci verso il centro

Le **isole spartitraffico** sono elementi molto importanti per la sicurezza delle rotatorie

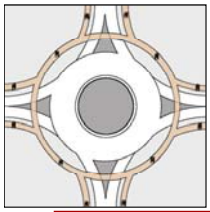
La manutenzione delle **aree verdi** costituisce una voce di spesa ingente dei costi di gestione delle rotatorie

Secondo *le Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali,* nelle rotatorie poste in ambito urbano gli **attraversamenti pedonali** devono essere arretrati rispetto all'anello e ben segnalati (arretramento di 4-5 m del passaggio pedonale rispetto al bordo esterno dell'anello rotatorio).

Una rotatoria a Chambéry in cui la **pista ciclabile** termina prima della rotatoria e il ciclista può scegliere se proseguire sull'anello veicolare o immettersi nel percorso pedonale, che in quel punto si trova allo stesso livello

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

Un esempio di rotatoria potenzialmente pericolosa per i ciclisti, in quanto la corsia ad essi destinata è ricavata all'interno della corona giratoria e costituisce di fatto un ampliamento dell'anello veicolare



Un esempio di rotatoria sicura per i ciclisti, in quanto la corsia ad essi destinata è ricavata all'esterno della corona giratoria, con uno spazio intermedio di fermata per le automobili in entrata e in uscita dalla rotatoria

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI

Linee guida ZONE DI INTERSEZIONE della Regione Lombardia (D.G.R. n. 7/20829 del 16 febbraio 2005)

RegioneLombardia
Infrastrutture e Mobilità

ALLEGATO A

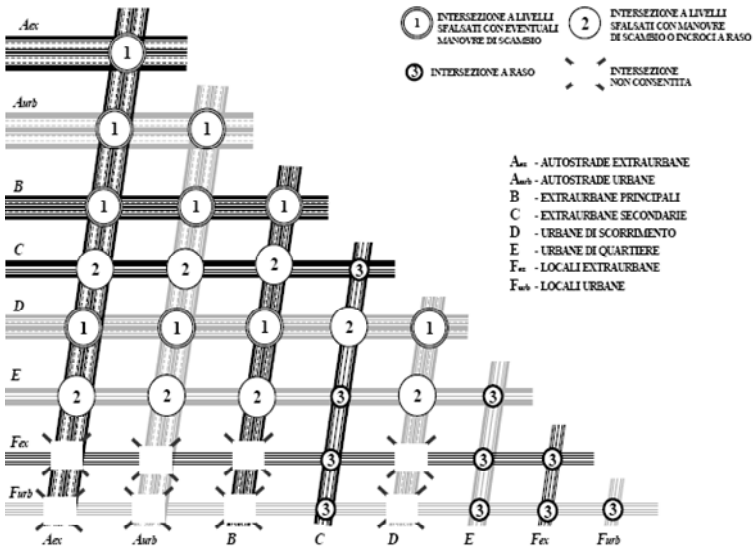
Linee Guida
ZONE DI INTERSEZIONE

Scelta della tipologia di intersezioni: indicazioni per le nuove realizzazioni

Laddove le connessioni sono ammesse, si danno indicazioni su come risolvere le intersezioni tra le diverse categorie di strade;

Possibilità o meno che possano essere presenti punti di conflitto tra le manovre di svolta;

Tra strade a carreggiata separata → Livelli sfalsati (1);
Tra una strada a carreggiata unica e una separata → Livelli sfalsati + manovre a raso solo in svolta sinistra (2);
Tra strade a carreggiata unica → A raso (3);



Scelta della tipologia di intersezioni: indicazioni per la rete esistente

Estratto dalla tabella

R1 urbana	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.				
R1 extraurbana	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.			
R2 urbana	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.		
R2 extraurbana	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato.	

Scelta della tipologia di intersezioni: caratteristiche tecniche ottimali

P1 urbana	Intersezioni a livelli sfalsati.	Intersezioni a livelli sfalsati.	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
P1 extraurbana	Intersezioni a livelli sfalsati.	Intersezioni a livelli sfalsati.	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
P2 urbana	Non consentita.	Non consentita.	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
P2 extraurbana	Non consentita.	Non consentita.	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a livelli sfalsati; intersezioni canalizzate con sole svolte a destra; intersezioni a rotatoria; intersezioni semaforizzate con impianti a ciclo semiattuato/attuato (se isolate) e con sistema coordinato (se in serie).	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
L urbana	Non consentita.	Non consentita.	Non consentita.	Non consentita.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
L extraurbana	Non consentita.	Non consentita.	Non consentita.	Non consentita.	Intersezioni a raso lineari o a rotatoria; intersezioni semaforizzate.
	R1 urbana	*R1 extraurbana*	*R2 urbana*	*R2 extraurbana*	*P1 urbana*

Tipologia e frequenza delle intersezioni in relazione alla classe funzionale della strada

Indicazioni circa la distanza minima accettabile tra due successive intersezioni lungo un asse viario.

Vengono forniti due livelli di analisi: uno per la rete esistente, l'altro per la realizzazione di nuovi interventi.

Necessità di adeguarsi comunque alle specificità dell'intersezione in analisi (entità e tipologia dei flussi, distribuzione percentuale manovre di svolta, caratteristiche morfologiche, ecc…)

Classe funzionale regionale	Tipo CNR		Frequenza massima intersezioni	
			Norme di salvaguardia della rete viaria esistente	Nuovi interventi sulla rete viaria
R1	A		-	-
	B		Una ogni 1,5 km.	Una ogni 1,5 km.
	C		Una ogni km. Possibilità di inserimento di intersezioni canalizzate con sole svolte a destra ogni 500 m.	Una ogni km. Possibilità di inserimento di intersezioni canalizzate con sole svolte a destra ogni 500 m.
	D		Una ogni 700 m.	Una ogni 700 m.
	E		Una ogni 500 m.	-
	F	urbana	Una ogni 500 m.	-
		extraurbana	Una ogni km. Possibilità di inserimento di intersezioni canalizzate con le sole svolte a destra ogni 500 m.	-

Esempio per la classe funzionale regionale R1

Le **intersezioni a raso di tipo rotatorio** sono intersezioni che, se ben progettate, permettono:

- ✓ di ottenere un elevato livello di sicurezza;
- ✓ di ridurre le velocità operative nella zona di intersezione;
- ✓ di gestire i flussi veicolari con discreti livelli di servizio.

Condizione ottimale per la loro realizzazione:

- ✓ presenza di flussi il più possibile uniformi in tutti i bracci di ingresso;
- ✓ strade che si intersecano della medesima gerarchia funzionale;
- ✓ numero elevato di veicoli in svolta a sinistra (> 400 veicoli/giorno).

Le principali caratteristiche di una rotatoria:

- **isola centrale** inaccessibile circondata da un anello percorso dal traffico proveniente da più ingressi;
- circolazione a senso unico antiorario nell'anello;
- regola della precedenza al flusso circolante all'interno dell'anello;
- riduzione di velocità per i veicoli in ingresso imposta dalla deflessione delle traiettorie.

Le rotatorie si distinguono in funzione del:

- tipo di **isola centrale** (sormontabile, parzialmente sormontabile, insormontabile);
- dimensioni del **diametro esterno**;
- collocazione nella rete stradale.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

Tipologie di rotatorie:

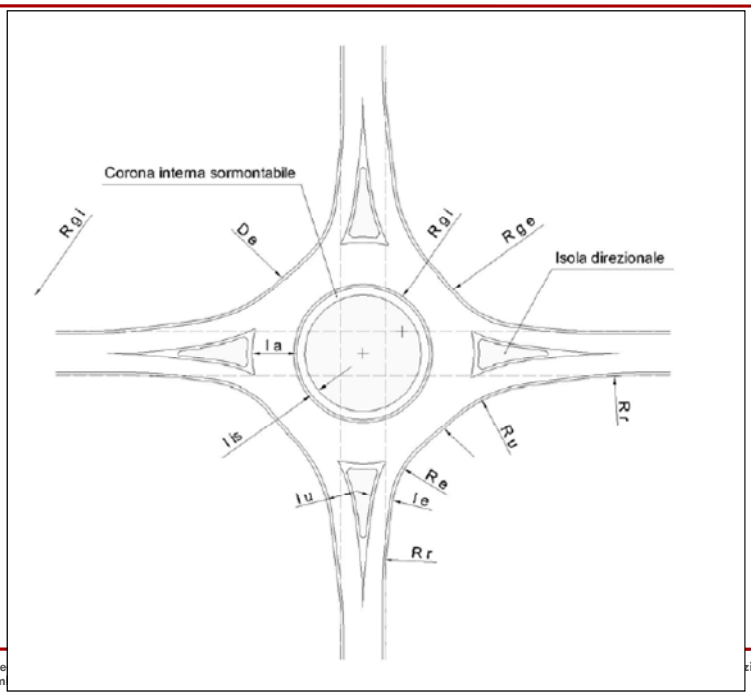
- **minirotatorie sormontabili** (14 m ≤ *De* ≤ 18 m; isola centrale sormontabile);
- **minirotatorie parzialmente sormontabili** (18 m ≤ *De* ≤ 26 m; isola centrale parzialmente sormontabile);
- **rotatorie compatte** (26 m ≤ *De* ≤ 50 m; isola centrale parzialmente sormontabile);
- **grandi rotatorie** (50 m ≤ *De* ≤ 70 m; isola centrale insormontabile);
- **rotatorie eccezionali** (*De* ≥ 70 m; isola centrale insormontabile).

Dimensioni minime del diametro esterno *De* in relazione alla collocazione della rotatoria nella rete stradale:

	C	D	E	F_{ex}	F_{urb}
C	≥ 26	≥ 50 *	≥ 26	≥ 26	≥ 26
D	≥ 50 *	≥ 50 *	≥ 50 *	-	-
E	≥ 26	≥ 50 *	≥ 26	≥ 26	≥ 18
F_{ex}	≥ 26	-	≥ 26	≥ 26	≥ 26
F_{urb}	≥ 26	-	≥ 18	≥ 18	≥ 14

* in casi del tutto eccezionali (urbanizzato esistente in fregio alle strade) è ammissibile un diametro esterno D_e di 40 m.

Elementi di progetto delle rotatorie:

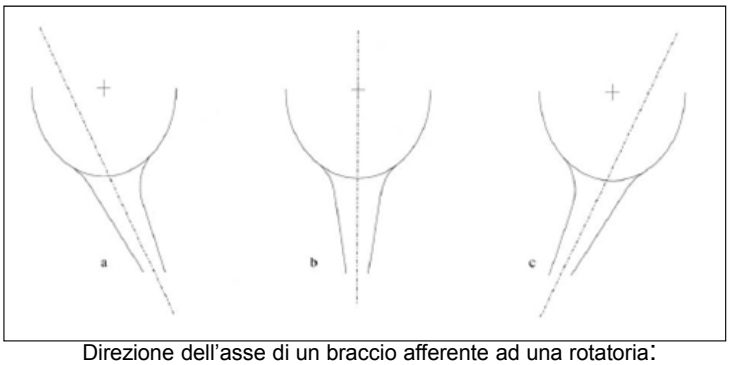


Valori di progetto degli elementi costituenti le rotatorie:

	Notazione	Intervallo di validità	Valore [m]			
			Mini rotatorie sormontabili	Mini rotatorie parzialmente sormontabili	Rotatorie compatte	Grandi rotatorie Rotatorie eccezionali
Diametro della rotatoria	D_e	$D_e \geq$ (14 m) 18 m	14÷18	18÷26	26÷50	> 50
Raggio giratorio esterno	R_{ge}	$D_e/2$	7÷9	9÷13	13÷25	> 25
Raggio giratorio interno	R_{gi}	$R_{gi} - l_a$	0÷2	variabile	variabile	variabile
Larghezza dell'anello	l_a	7 m ≤ l_a ≤ 9 m	7÷8	7÷8	8÷9	9÷10
Larghezza anello interno sormontabile	l_{is}	0 ≤ l_{is} ≤ 2 m	Isola centrale completamente sormontabile	1,5÷2	1,5÷2	0
Raggio d'entrata	R_e	10 m ≤ R_e ≤ $D_e/2$	10	10÷13	10÷25	10÷$D_e/2$
Larghezza corsia entrante	l_e	4 m ≤ l_e ≤ 4,5 m (1 corsia) 7 m ≤ l_e ≤ 9 m (2 corsie)	l_e ≤ 4,5 (1 c.)	l_e ≤ 4,5 (1 c.)	4 ≤ l_e ≤ 4,5 (1 c.) 7 ≤ l_e ≤ 9 (2 c.)	4 ≤ l_e ≤ 4,5 (1 c.) 7 ≤ l_e ≤ 9 (2 c.)
Raggio d'uscita	R_u	15 m ≤ R_u ≤ 30 m	15÷30	15÷30	15÷30	15÷30
Larghezza corsia uscita	l_u	4,5 m ≤ l_u ≤ 6 m (1 corsia) 7,5 m ≤ l_u ≤ 9 m (2 corsie)	l_u ≤ 6 (1 c.)	l_u ≤ 6 (1 c.)	4,5 ≤ l_u ≤ 6 (1 c.) 7,5 ≤ l_u ≤ 9 (2 c.)	4,5 ≤ l_u ≤ 6 (1 c.) 7,5 ≤ l_u ≤ 9 (2 c.)
Raggio di raccordo	R_r	2 × D_e	28÷36	36÷52	52÷100	> 100

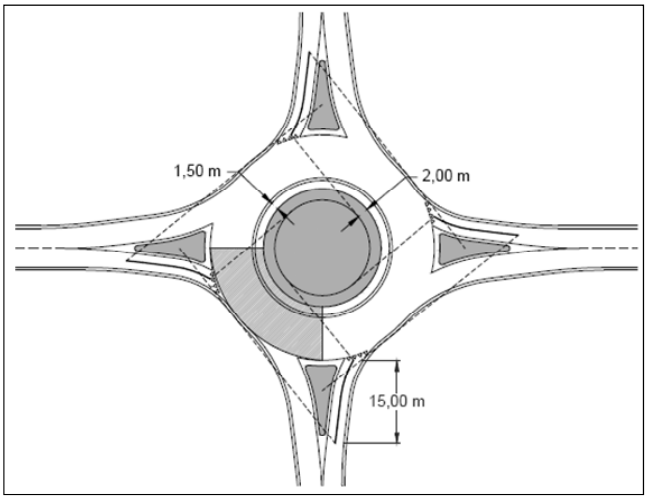
Direzione dell'asse di un braccio afferente ad una rotatoria

La **posizione dell'isola centrale** è da ritenersi ottimale se gli assi delle arterie afferenti al nodo passano per il suo centro (b): occorre fare in modo che tale condizione sia sempre rispettata, ammettendosi comunque anche una leggera eccentricità sulla sinistra (a). Sulle strade di tipo E ed F è ammissibile anche una leggera eccentricità sulla destra (c).



Direzione dell'asse di un braccio afferente ad una rotatoria:
a) ammissibile; b) ottimale; c) da escludere ed al limite ammissibile per strade di tipo E o F.

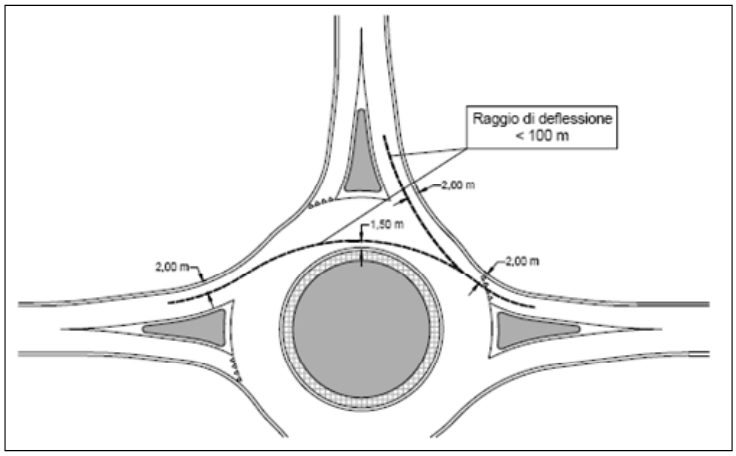
Area di visibilità da garantire nelle rotatorie



Gli utenti che si avvicinano ad una rotatoria devono percepire i veicoli con precedenza all'interno della corona in tempo per poter modificare la propria velocità, per cedere il passaggio o eventualmente per fermarsi.

Deflessione

Si definisce **deflessione** di una traiettoria il raggio dell'arco di circonferenza passante a 1,5 m dal bordo dell'isola centrale e a 2 m dal bordo delle corsie d'entrata e d'uscita, siano esse adiacenti o opposte.

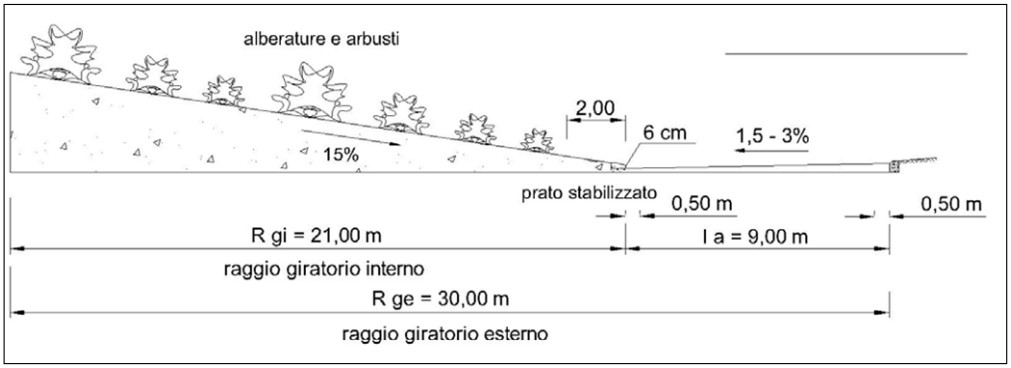


Il **raggio di deflessione** deve essere inferiore a 100 m: in tal modo le velocità inerenti alle traiettorie "più tese" non potranno essere superiori a 50 km/h.

Geometria degli elementi

Isola centrale: La presenza di una collinetta sull'isola centrale è fortemente consigliata in quanto consente una maggiore percezione della rotatoria e garantisce velocità di ingresso meno elevate a causa della non completa visibilità su tutta l'area d'intersezione. La pendenza della collinetta non può essere superiore del 15%.

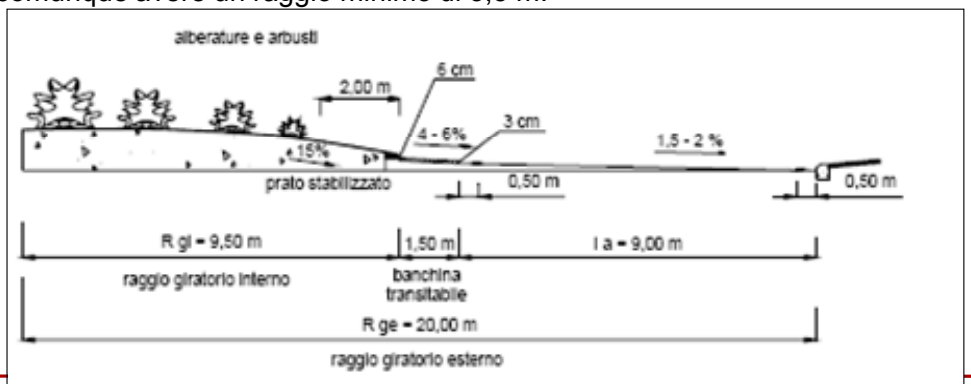
E' necessario mantenere una corona libera da ogni tipologia di ostacolo visivo (arbusti,…) di larghezza pari a 2 m misurata a partire dal bordo interno della corona sormontabile o dal bordo periferico dell'isola centrale (nel caso di rotatorie con isola centrale insormontabile).



Esempio di isola centrale di grande rotatoria

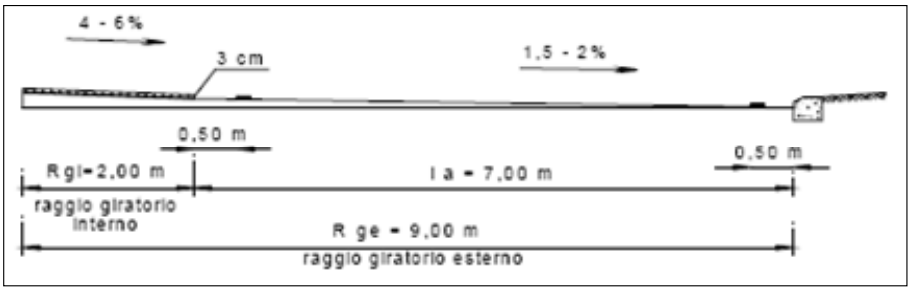
Nei casi specifici occorre evidenziare che per rotatorie con:

• ***isola centrale parzialmente sormontabile***: l'anello interno o corona sormontabile, di larghezza variabile tra 1,5 e 2 m, deve essere rialzata dalla carreggiata anulare per consentire solo ai mezzi pesanti il suo sormonto (o agli altri veicoli solo in casi eccezionali) tramite un gradino di 3 cm e realizzata con materiali differenti rispetto alla carreggiata anulare. La pendenza della fascia sormontabile deve essere normalmente compresa tra il 4 e il 6% e, in ogni caso, non deve essere superiore del 10%. La parte insormontabile dell'isola centrale deve comunque avere un raggio minimo di 3,5 m.



Esempio di isola centrale di rotatoria compatta

• ***isola centrale sormontabile***: è preferibile, piuttosto che l'utilizzo della sola segnaletica orizzontale, realizzare l'isola centrale sormontabile con una pendenza compresa tra il 4 e il 6% e con materiali differenti rispetto alla carreggiata anulare.



Esempio di isola centrale di minirotatoria completamente sormontabile

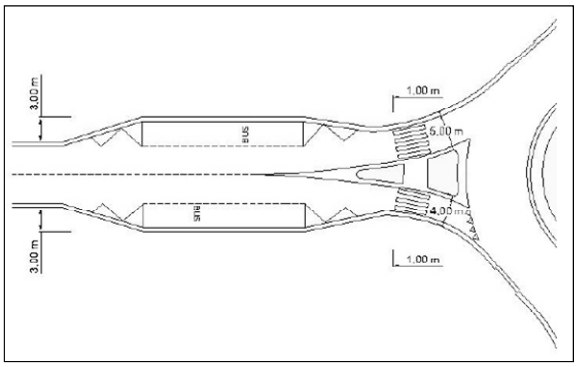
La **carreggiata anulare**, o anello, è costituita da una o più corsie di marcia comprensive delle banchine.

La sua larghezza (la) deve essere mantenuta costante lungo tutto il suo sviluppo.
In particolare le dimensioni dell'anello, comprensive delle banchine, variano in funzione delle dimensioni della rotatoria e del numero delle corsie di ingresso:

- *minirotatorie (De < 26 m)*: 7÷8 m
- *rotatorie compatte (26 m ≤ De < 50 m) con ingressi a singola corsia*: 8 m
- *rotatorie compatte (26 m ≤ De < 50 m) con ingressi a doppia corsia*: 9 m
- *grandi rotatorie e rotatorie "eccezionali"*: 9÷10 m

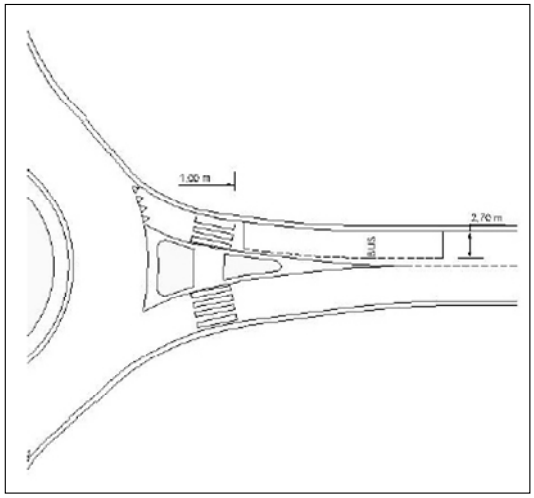
La larghezza dell'anello può tuttavia essere aumentata per garantire l'iscrizione dei mezzi pesanti internamente alla rotatoria allorché ne sia comprovata la necessità.

Accorgimenti per il trasporto pubblico locale

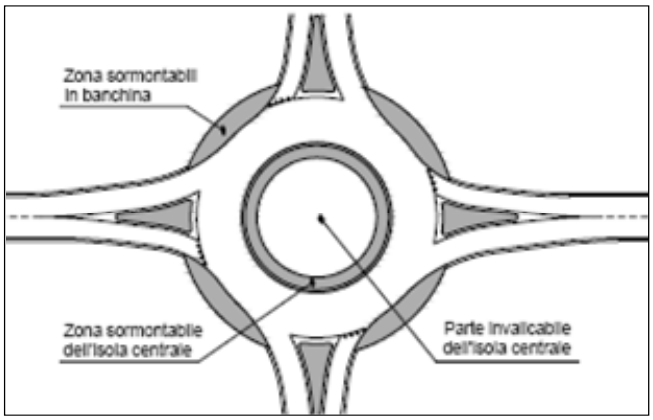


Apprestamenti per i mezzi pubblici con piazzola riservata.

Apprestamenti per i mezzi pubblici senza piazzola riservata.



Accorgimenti per i veicoli eccezionali



Esempio di sistemazione di una rotatoria per tenere conto dei movimenti dei **veicoli eccezionali**.

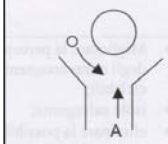
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

LA NORMATIVA FRANCESE

SULLE INTERSEZIONI STRADALI URBANE

(CERTU, "Carrefours urbains guide", 1999)

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI

Tipo di incidente	Cause possibili	Soluzioni possibili
Non rispetto della precedenza	• Elevate velocità in ingresso; • eccessiva ampiezza del raggio in ingresso; • traiettorie in ingresso dirette; • numero di corsie in ingresso troppo elevato; • eccessiva larghezza della corsia di ingresso.	• Riduzione della larghezza in ingresso, compatibilmente con i volumi di traffico; • cercare una soluzione che condizioni maggiormente il comportamento degli utenti in ingresso (isola spartitraffico, riduzione del raggio in ingresso, ridisegno del tracciato stradale in approccio all'intersezione; • in presenza di un'isola centrale di forma ovale, ridisegno dell'isola in forma circolare.
Non rispetto della precedenza da parte di un'autovettura in ingresso rispetto ad un veicolo a due ruote che circola nell'anello 	• Elevate velocità in ingresso; • velocità eccessive; • eccessiva larghezza della corsia di ingresso; • ingresso lungo direttrice tangenziale o con raggio in ingresso eccessivamente elevato; • rotatoria eccessivamente ampia rispetto al contesto urbano in cui è inserita o al tipo di strade che vi convergono; • forma ovale troppo accentuata; • isola spartitraffico di dimensioni troppo ridotte.	• Le stesse soluzioni del caso precedente; • prevedere una pista ciclabile (sulle grandi rotatorie, con raggio esterno superiore ai 20 m) o una corsia ciclabile (l'efficacia di questi elementi resta tuttavia ancora da provare); • riduzione delle dimensioni della rotatoria, compatibilmente con il contesto, la geometria delle strade in ingresso e i flussi di traffico.

Intersezioni con circolazione rotatoria

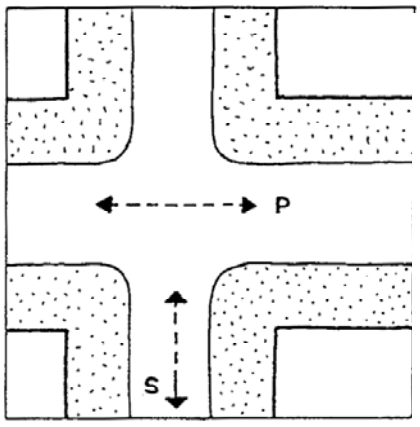
Tipo di incidente	Cause possibili	Soluzioni possibili
Perdita di controllo in ingresso	• Elevate velocità in ingresso; • scarsa percepibilità dell'intersezione in approccio (segnaletica, ecc.); • eccessiva rigidezza dei manufatti dell'isola centrale (fattore di aggravamento delle conseguenze); • novità (incidenti che si verificano appena dopo l'apertura al traffico dell'intersezione); • eccessive pendenze per i veicoli in ingresso; • difficoltà di lettura del tracciato stradale in approccio alla rotatoria.	• Interventi atti a ridurre le velocità veicolari in ingresso (restringimento della carreggiata, interventi per il miglioramento della percezione visiva dell'intersezione, segnaletica, ecc.); • miglioramento della percepibilità dell'intersezione: sistemazione dell'isola centrale in modo che sia visibile da lontano, isole spartitraffico in ingresso, diverso andamento planimetrico delle strade in ingresso, rafforzamento della segnaletica sull'isola centrale; • eliminazione degli elementi eccessivamente rigidi sull'isola centrale; • segnaletica temporanea nei mesi successivi la messa in esercizio dell'infrastruttura; • integrazione della rotatoria in un disegno sequenziale di approccio all'intersezione.

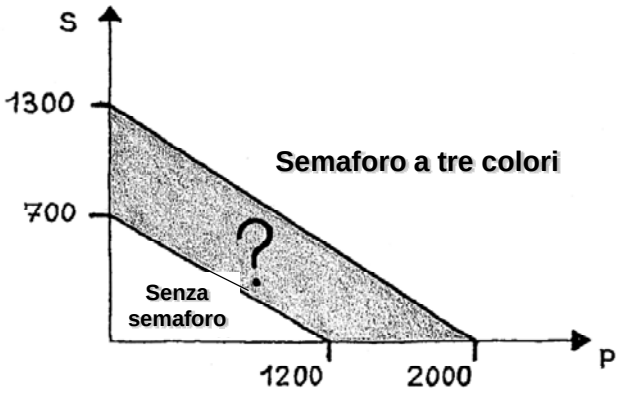
Intersezioni con circolazione rotatoria

Incidenti a pedoni in attraversamento	• Elevata larghezza della corsia d'ingresso e di uscita dall'anello; • Assenza dell'isola salvagente; • inadeguata posizione dell'attraversamento pedonale (troppo prossimo all'anello); • eccessivo allungamento dei percorsi pedonali (attraversamenti illegali).	• Ridurre la larghezza delle corsie in ingresso ed uscita, compatibilmente con i volumi di traffico; • prevedere un'isola salvagente; • rivedere la posizione degli attraversamenti pedonali; • rivedere la tipologia dell'intersezione (evitare la semaforizzazione della rotatoria).
Perdita di controllo di un veicolo a due ruote nell'anello	• Velocità eccessiva; • pavimentazione scivolosa; • isola centrale di forma non circolare.	• Manutenzione regolare della corsia nell'anello.

Intersezioni con circolazione rotatoria

Criteri di scelta di una intersezione semaforizzata

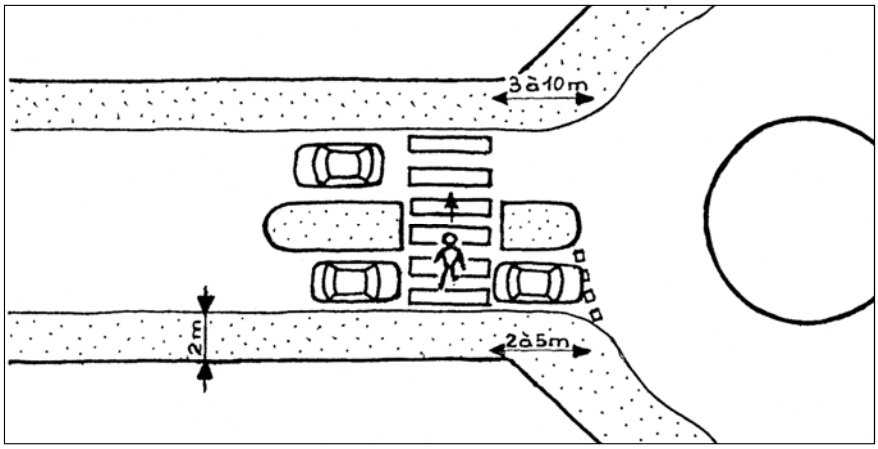




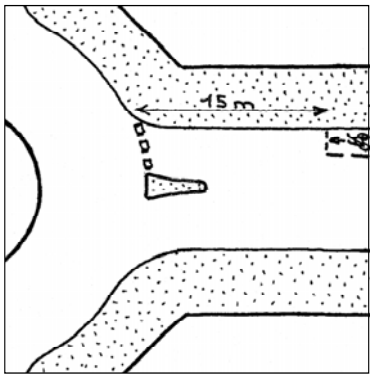
S = **Flusso di traffico** lungo la strada secondaria in veicoli equivalenti/ora nei due sensi di marcia

P = **Flusso di traffico** lungo la strada principale in veicoli equivalenti/ora nei due sensi di marcia

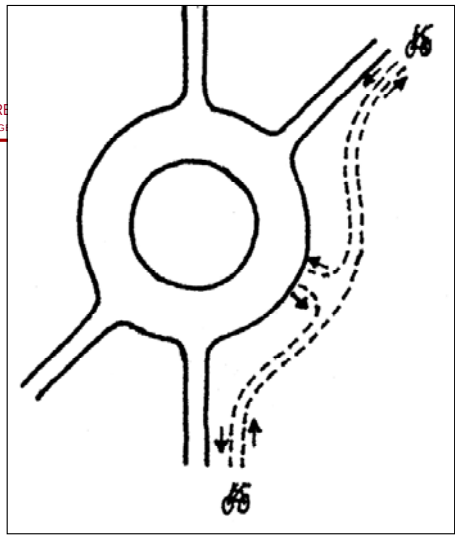
Utenti deboli e mezzi di **Trasporto pubblico collettivo** nella progettazione di intersezioni con circolazione rotatoria



Percorso pedonale e isola separatrice non devono essere occupati da vegetazione o segnaletica che mascherino i pedoni

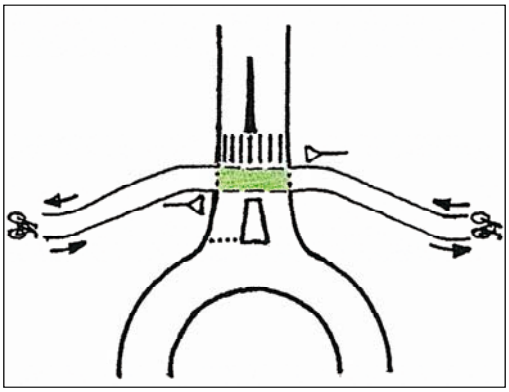


Interruzione della corsia ciclabile a 15 m dalla linea di “dare la precedenza”



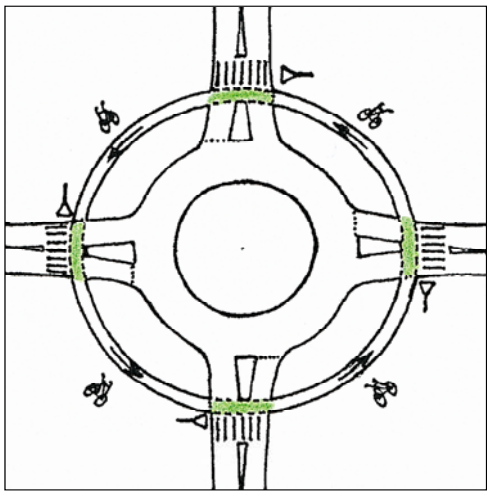
Raccordo tra pista ciclabile bidirezionale e rotatoria.

La **pista ciclabile** può essere raccordata all'anello a condizione che sia bidirezionale. L'accesso dall'anello sarà posizionato in corrispondenza dei settori circolari non interessati dalla confluenza delle braccia.



Attraversamento ciclabile affiancato a quello pedonale.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE



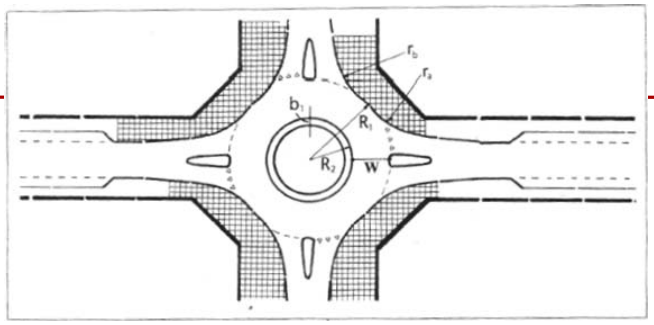
La realizzazione di una pista ciclabile esterna alla corsia anulare viene prevista laddove la circolazione dei ciclisti è particolarmente pericolosa. Questa configurazione permette di eliminare alcune tipologie di incidente, ma riporta i conflitti in corrispondenza degli attraversamenti lungo le braccia della rotatoria. Per limitare il rischio di incidente, è preferibile che la pista ciclabile sia monodirezionale e di evitare alle intersezioni di concedere la priorità ai ciclisti.

Pista ciclabile esterna alla corsia anulare

LA NORMATIVA OLANDESE PER LA PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI

(ASVV, "Recommendations for traffic provisions in built-up areas", CROW, 1998)

ROTATORIA TRAFFICO PROMISCUO



Campo di applicazione

- Flusso < 8.000 veicoli equivalenti/giorno nell'anello;
- in strade locali.

Realizzazione

- Elementi verticali dovrebbero essere posti nell'isola centrale;
- assicurare la leggibilità dell'intersezione attraverso un'adeguata illuminazione;
- può essere realizzata senza isole spartitraffico.

Dimensionamento

- R_1 = 12,50 ÷ 20,00 m;
- R_2 = 6,50 ÷ 15,00 m;
- ra = 10,00 m;
- rb = 15,00 m con isola centrale;
- rb = 12,00 m senza isola centrale;
- W = 5,00 ÷ 6,00 m, dipende da R_1 e R_2;
- b_1 = 1,50 (1,00) m.

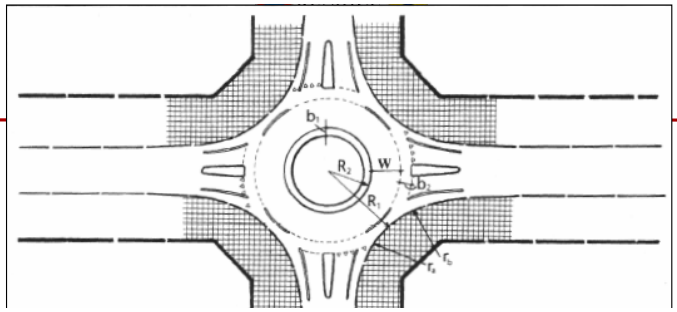
Aspetti positivi

- **Capacità relativamente elevata;**
- **buona percepibilità dell'intersezione;**
- **maggiore sicurezza rispetto alla soluzione ad incrocio ordinario;**
- **buona riduzione delle velocità veicolari;**
- **buona percepibilità dei ciclisti.**

Aspetti negativi

- **Probabilità di incidente tra veicoli motorizzati e ciclisti;**
- **tendenza dei ciclisti a spostarsi verso il centro della carreggiata anulare per ridurre la lunghezza delle traiettorie;**
- **i mezzi pesanti e gli autobus possono incontrare difficoltà nell'effettuare le manovre di svolta quando R_1 ed R_2 sono ridotti.**

ROTATORIA CON CORSIA CICLABILE



Campo di applicazione

- Da non realizzare in zone residenziali;
- lungo strade urbane interzonali o di quartiere;
- flusso < 8.000 veicoli equivalenti/giorno nell'anello.

Realizzazione

- Elementi verticali dovrebbero essere posti nell'isola centrale;
- assicurare la leggibilità attraverso un'adeguata illuminazione;
- possono non essere previste isole spartitraffico materializzate nei bracci con minor traffico;
- è preferibile la separazione tra la corsia ciclabile e la carreggiata;
- in corrispondenza degli ingressi
- e delle uscite dovrebbero essere previsti elementi di separazione tra le corsie veicolari e la pista ciclabile;
- realizzare le corsie ciclabili con pavimentazione di colore contrastante.

Dimensionamento

- R1 = 14,50 ÷ 22,00 m;
- R2 = 6,50 ÷ 15,00 m;
- ra = 10,00 m;
- ra = 8,00 m;
- rb = 15,00 m con isola centrale;
- rb = 12,00 m senza isola centrale;
- W = 5,00 ÷ 6,00 m, dipende da R1 e R2;
- b1 = 1,50 (1,00) m;
- b2 = 2,00 (1,50) m.

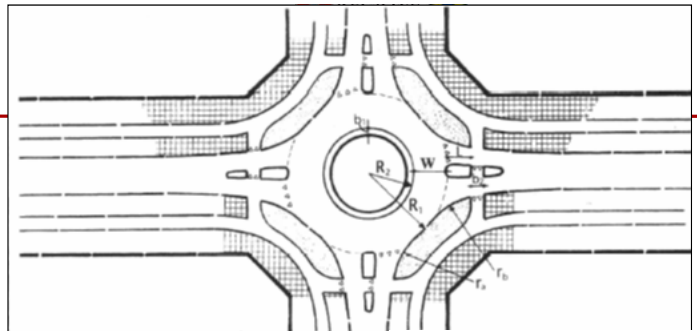
Aspetti positivi

- **Capacità relativamente elevata;**
- **buona la percepibilità dell'intersezione;**
- **maggiore sicurezza rispetto alla soluzione ad incrocio ordinario;**
- **buona riduzione delle velocità veicolari;**
- **buona percepibilità dei ciclisti.**

Aspetti negativi

- **Probabilità di incidente tra veicoli motorizzati e ciclisti in assenza di elementi separatori tra le corsie;**
- **tendenza dei ciclisti a spostarsi verso il centro della carreggiata anulare per ridurre la lunghezza delle traiettorie;**
- **i mezzi pesanti e gli autobus possono incontrare difficoltà nell'effettuare le manovre di svolta quando R1 ed R2 sono ridotti.**

ROTATORIA CON PISTA CICLABILE SEPARATA



Campo di applicazione

- Lungo strade urbane di quartiere;
- flusso > 5.000 veicoli equivalenti/giorno nell'anello;
- da non realizzare nelle zone residenziali.

Realizzazione

- Elementi verticali dovrebbero essere posti nell'isola centrale;
- assicurare la leggibilità attraverso un'adeguata illuminazione;
- possono non essere previste isole spartitraffico materializzate nei bracci con minor traffico;
- deviare il traffico ciclistico all'esterno della rotatoria;
- in corrispondenza degli attraversamenti ciclabili la segnaletica deve chiaramente indicare il regime delle precedenze (a favore dei veicoli).

Dimensionamento

- R1 = 12,50 ÷ 20,00 m
- R2 = 6,50 ÷ 15,00 m
- ra = 12,00 m
- ra = 8,00 m
- r_b = 15,00 m con isola centrale;
- r_b = 12,00 m senza isola centrale;
- W = 5,00 ÷ 6,00 m, dipende da R_1 e R_2;
- b_1 = 1,50 (1,00) m
- b_2 = 2,00 (1,50) m
- L = 5,00 m

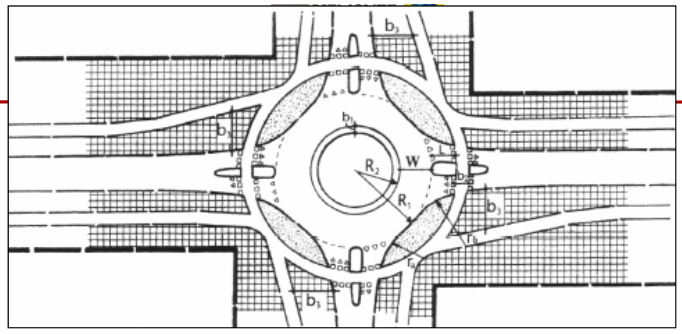
Aspetti positivi

- **Capacità relativamente elevata;**
- **buona la percepibilità dell'intersezione;**
- **maggiore sicurezza rispetto alla soluzione ad incrocio ordinario;**
- **buona riduzione delle velocità veicolari;**
- **buon livello di sicurezza dei ciclisti.**

Aspetti negativi

- **I mezzi pesanti e gli autobus possono incontrare difficoltà nell'effettuare le manovre di svolta quando R_1 ed R_2 sono ridotti;**
- **attesa dei ciclisti in corrispondenza degli attraversamenti.**

MINIROTATORIA CON PISTA CICLABILE SEPARATA



Campo di applicazione
- Lungo strade urbane di quartiere;
- flusso > 5.000 veicoli equivalenti/giorno nell'anello;
- da non realizzare nelle zone residenziali.

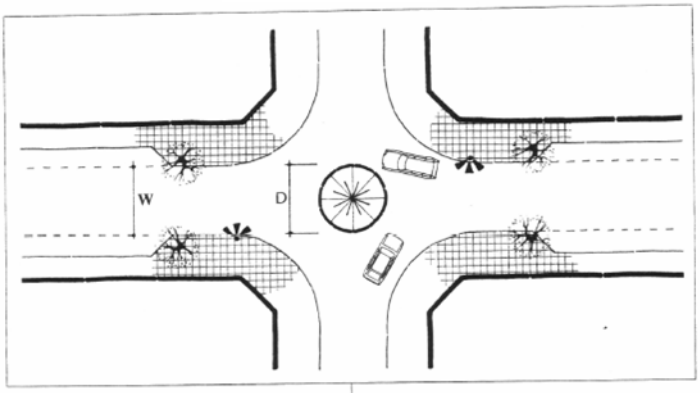
Realizzazione
- Elementi verticali dovrebbero essere posti nell'isola centrale;
- assicurare la leggibilità attraverso un'adeguata illuminazione;
- possono non essere previste isole spartitraffico materializzate nei bracci con minor traffico;
- deviare il traffico ciclistico all'esterno della rotatoria;
- in corrispondenza degli attraversamenti ciclabili la segnaletica deve chiaramente indicare il regime delle precedenze (a favore dei ciclisti).

Dimensionamento
- R_1 = 12,50 ÷ 20,00 m
- R_2 = 6,50 ÷ 15,00 m
- r_a = 12,00 m
- r_a = 8,00 m
- r_b = 15,00 m con isola centrale;
- r_b = 12,00 m senza isola centrale;
- W = 5,00 ÷ 6,00 m, dipende da R_1 e R_2;
- b_1 = 1,50 (1,00) m
- b_2 = 2,00 m
- b_3 = più ampio possibile
- L = 5,00 m

Aspetti positivi
- **Capacità relativamente elevata;**
- **buona la percepibilità dell'intersezione;**
- **maggiore sicurezza rispetto alla soluzione ad incrocio ordinario;**
- **buona riduzione delle velocità veicolari;**
- **i ciclisti hanno la precedenza.**

Aspetti negativi
- **I mezzi pesanti e gli autobus possono incontrare difficoltà nell'effettuare le manovre di svolta quando R_1 ed R_2 sono ridotti.**

MINIROTATORIA



Campo di applicazione
- Flusso < 400 600 veicoli equivalenti/ora nell'ora di punta;
- V_{85} < 50 km/h;
- lungo la rete delle strade secondarie;
- strade a doppio senso di marcia.

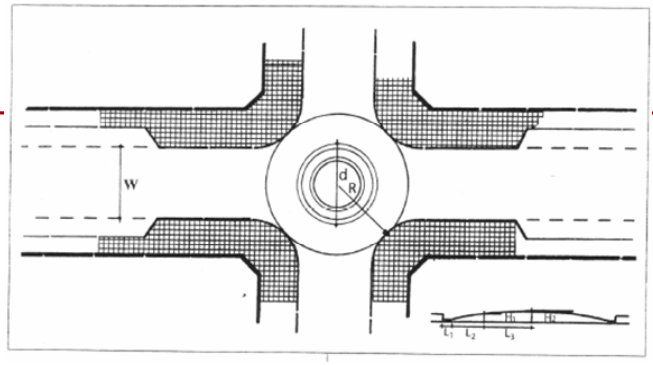
Realizzazione
- Dove lo spazio è limitato, l'isola centrale può essere sormontabile;
- dove lo spazio è disponibile, l'isola può essere sopraelevata.

Dimensionamento
- D preferibilmente ≥ W;
- sopraelevazione di 0,10 0,12 m.

Aspetti positivi
- **Buona riduzione della velocità;**
- **migliora la leggibilità del profilo dell'intersezione.**

Aspetti negativi
- **I veicoli in svolta a sinistra possono attraversare l'area di intersezione diagonalmente.**

ROTATORIA



Campo di applicazione

- Flusso < 400 600 veicoli equivalenti/ora nell'ora di punta;
- V_{85} < 50 km/h;
- lungo la rete delle strade secondarie;
- strade a doppio senso di marcia.

Realizzazione

- Pavimentazione in di due colori;
- Profilo convesso della pavimentazione.

Dimensionamento

- R = 5,00 10,00 m
- H_1 = 0,10 m
- H_2 = 0,12 0,14 m
- L_1 = 0,75 m
- L_2 = 1,50 m
- L_3 variabile, dipende da W
- d = W

Aspetti positivi

- **Buona riduzione della velocità;**
- **migliora la leggibilità del profilo dell'intersezione.**

Aspetti negativi

- **I veicoli in svolta a sinistra possono attraversare l'area di intersezione diagonalmente.**

LA NORMATIVA TEDESCA SULLE INTERSEZIONI

(EAE85/95, 1995)

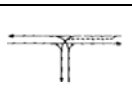
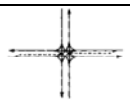
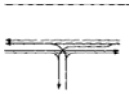
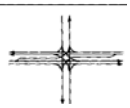
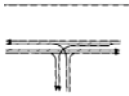
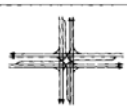
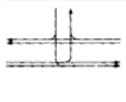
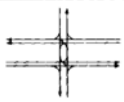
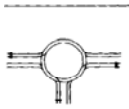
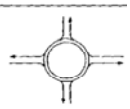
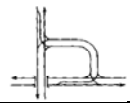
Schemi di intersezioni stradali in ambito urbano

Nella progettazione delle intersezioni urbane si devono considerare con attenzione:

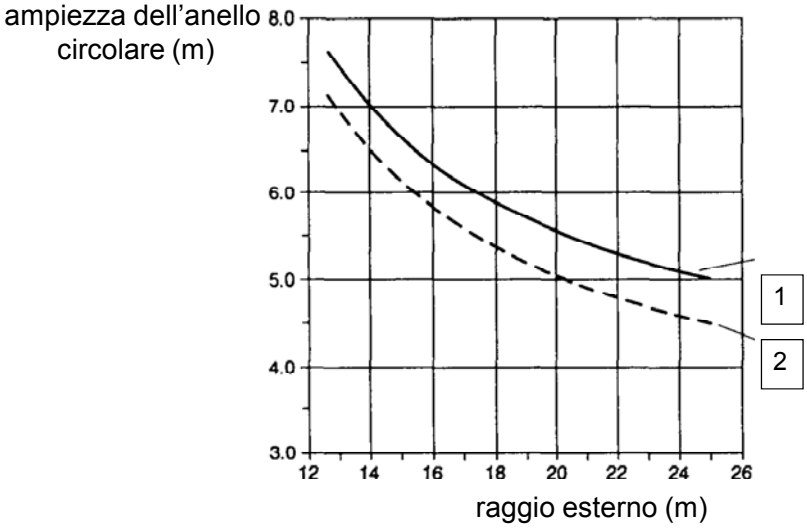
• flussi di tutte le componenti di traffico presenti sulle strade afferenti;

• dimensioni delle carreggiate e numero delle corsie di marcia;

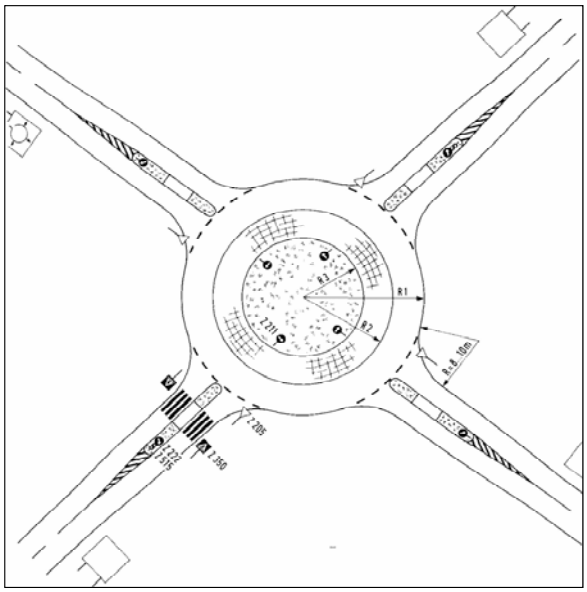
• spazio edificato ai lati delle strade.

Tipo di intersezione	Immissioni	Incroci
Immissione o incrocio tra strade a due corsie		
Immissione o incrocio tra una strada a due carreggiate e una strada ad unica carreggiata e due corsie (di solito semaforizzata)		
Immissione o incrocio tra due strade a due carreggiate (di solito semaforizzata)		
Immissione o incrocio con almeno una strada a due carreggiate e ampi spartritraffico		
Intersezione con circolazione rotatoria tra strade a due corsie o a due carreggiate		
Incrocio di strade a due corsie disassate.		
Incrocio a livelli sfalsati di strade a due corsie o a due carreggiate		

Dimensioni delle rotatorie compatte (con De = 25 - 40 m)



CURVA 1 - con ampliamento della carreggiata per consentire il traffico pesante
CURVA 2 - senza ampliamento della carreggiata



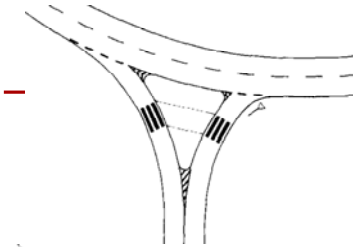
Rotatoria compatta con corona sormontabile

L'ampliamento dell'anello, per consentire il transito dei mezzi pesanti, può rendere eccessivamente larghe le carreggiate anulari, fino ad eliminare l'effetto della deflessione.

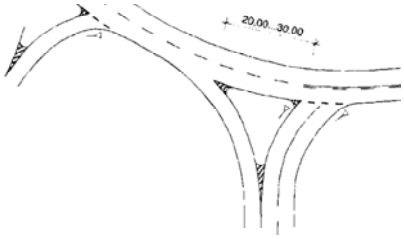
In questi casi risulta opportuno suddividere la larghezza dell'anello in modo che la carreggiata abbia un'ampiezza compresa tra i 4 e i 5 m, con la restante parte sormontabile dai mezzi pesanti, pavimentata in modo diverso e delimitata da un cordolo alto 2-3 cm.

La corona sormontabile può avere una pendenza trasversale maggiore di quella dell'anello.

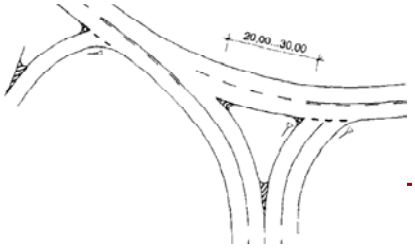
a) Ingresso e uscita a corsia unica



b) Ingresso a due corsie



c) Uscita a due corsie



Rotatorie con De > 40m e con anello a due corsie

Le grandi rotatorie hanno essenzialmente la funzione di permettere il transito di elevate quantità di traffico nelle ore di punta, mantenendo un elevato grado di sicurezza negli orari di minor traffico.
L'anello è generalmente costituito da due corsie veicolari, le quali servono principalmente per la preselezione delle correnti veicolari, comportando un aumento piuttosto modesto della capacità.

Le strade in ingresso possono avere un'unica corsia solo in presenza di flussi veicolai di modesta intensità (fino a circa 1000 veic/h nell'anello e 500 veic/h in ingresso (caso a)

Nel caso di flussi maggiori e impegno predominante della corsia esterna in svolta è necessario prevedere ingressi a due corsie (casi b e c)

Le strade in uscita possono essere dotate di due corsie (caso c) se:
- predomina costantemente la corrente veicolare in uscita dalla rotatoria;
- può essere mantenuta una distanza minima compresa tra i 20 e i 30 m dalla precedente corisa di ingresso;
- gli attraversamenti pedonali e ciclabili possono essere realizzati a livelli sfalsati.

Diametro esterno D delle rotatorie

Limiti d'impiego	Mini rotatoria	Rotatoria compatta
Valore minimo	13 m	26 m
Valore medio	-	30 m - 35 m
Valore massimo	22 m	40 m

Rapporto tra il diametro esterno D e la larghezza dell'anello rotatorio BK

Elemento	Mini-rotatoria	Rotatoria compatta			
Diametro esterno D	13 m - 22 m	26 m	30 m	35 m	≥ 40 m
Larghezza dell'anello rotatorio B_K	4,00 m - 6,00 m*)	9,00 m	8,00 m	7,00 m	6,50 m

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

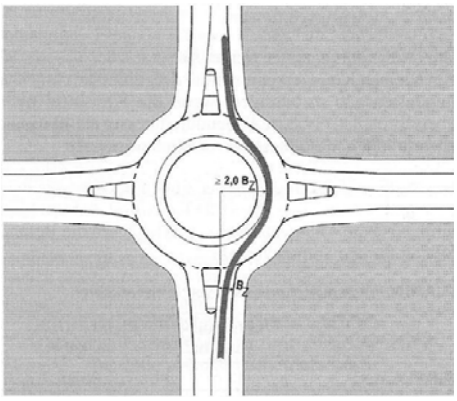
Larghezza della corsia di ingresso e di uscita

Larghezza corsia	Mini-rotatoria	Rotatoria compatta
Ingresso B_z	3,25 m - 3,75 m	
Uscita B_A	3,50 m - 4,00 m	

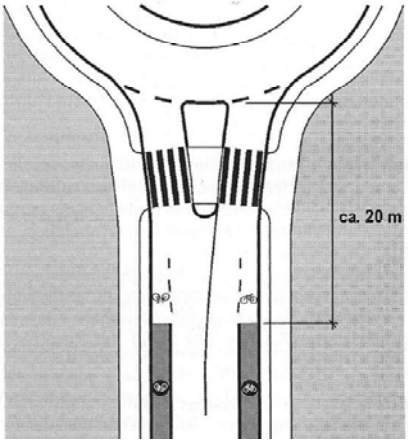
Raggi di curvatura

Raggio di curvatura	Mini-rotatoria	Rotatoria compatta
Ingresso R_Z	8 m - 10 m	10 m - 14 m
Uscita R_A	8 m - 10 m	12 m - 16 m

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI

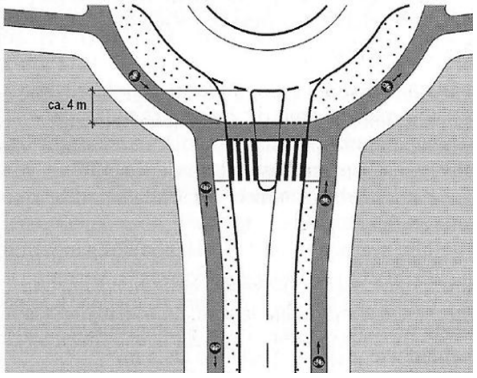


Deflessione della traiettoria di un veicolo in marcia in rettifilo per effetto dell'isola centrale ed eventualmente della corona sormontabile

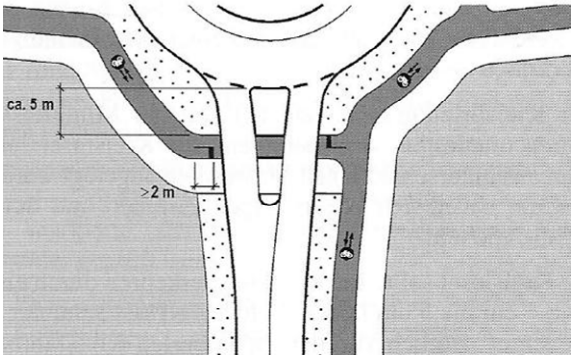


Esempio di tracciato per ciclisti lungo un braccio dell'intersezione all'interno di una zona edificata: corsia ciclabile

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

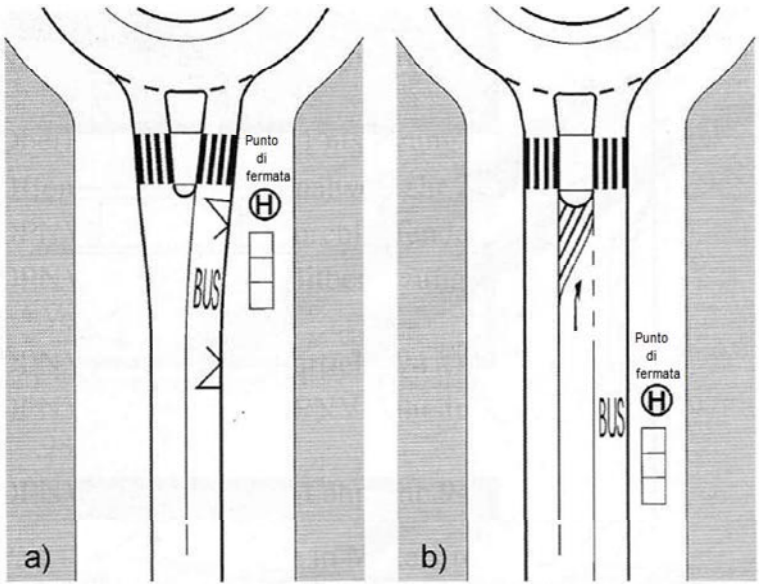


Esempio di tracciato per velocipedi lungo un braccio dell'intersezione all'interno di una zona edificata: pista ciclabile



Esempio di tracciato per velocipedi a doppio senso (senza diritto precedenza) subito all'esterno di una zona edificata

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI



Posizione e Realizzazione delle fermate all'ingresso di una rotatoria

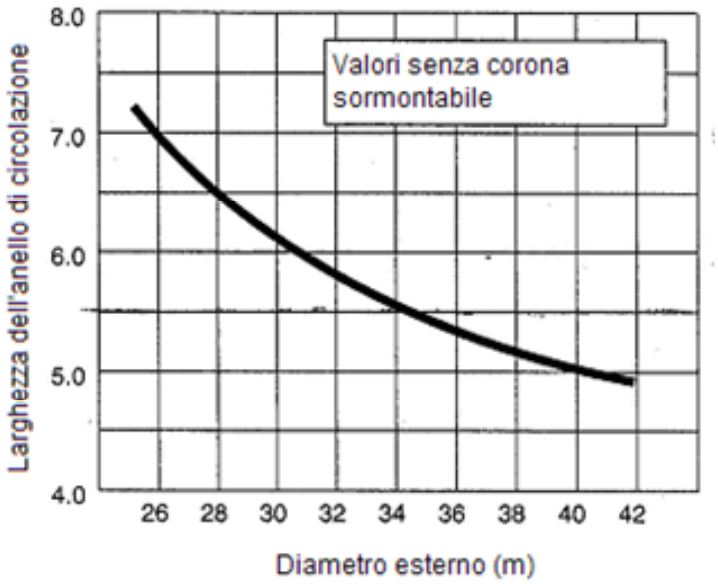
a) Fermata a margine della carreggiata (o penisola di fermata)

b) Fermata con confluenza della corsia per il traffico veicolare nella corsia preferenziale subito dopo la fermata

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

✓ LA NORMATIVA SVIZZERA SULLE INTERSEZIONI CON CIRCOLAZIONE ROTATORIA (VSS SN 640 263, 1999)

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
Criteri di pianificazione e programmazione delle rotatorie
Prof. Ing. Giulio MATERNINI



Valore minimo della larghezza dell'anello (anello interno) in funzione del diametro esterno

Classificazione delle rotatorie

A seconda della loro configurazione e del loro diametro esterno, le rotatorie si distinguono in COMPATTE e in MINIROTATORIE.

Rotatorie compatte

Da realizzarsi lungo strade aventi principalmente funzioni legate al deflusso veicolare. L'isola centrale non è sormontabile, il diametro esterno è compreso tra 26 e 40 m.
Esse contribuiscono in modo particolare:

- al miglioramento della sicurezza stradale, soprattutto nelle intersezioni considerate "punti neri";
- alla riduzione della velocità nella zona dell'intersezione;
- all'aumento della capacità e del livello di servizio;
- alla realizzazione di spazio stradale adatto allo spazio edificato e ai bisogni dei suoi abitanti.

La loro realizzazione è da sconsigliare:

- se la capacità della rotatoria dovesse essere superata;
- se la superficie a disposizione non permette una realizzazione conforme alle norme;
- se sono espressamente privilegiati determinati flussi di traffico;
- in caso di intersezioni tra tipologie stradali molto diversificate (gerarchia, volumi di traffico, ecc…).

Minirotatorie

Da realizzarsi lungo strade locali e sono adatte come elementi di moderazione del traffico:

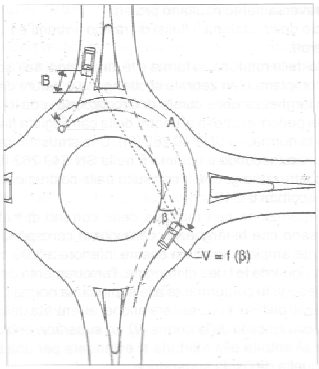
- riducono la velocità;
- migliorano la sicurezza;
- possono disincentivare il traffico di transito nei quartieri residenziali;
- configurano lo spazio stradale in modo adatto all'ambiente costruito e alle esigenze degli abitanti.

Eccezionalmente possono essere realizzate anche lungo strade destinate al transito, quando lo spazio a disposizione è insufficiente a permettere l'inserimento di una rotatoria compatta e altre soluzioni non appaiono appropriate.

Le minirotatorie NON possono essere realizzate nei seguenti casi:

- quando la superficie a disposizione permette la realizzazione di una rotatoria compatta;
- quando il volume di traffico giornaliero supera i 15.000 veicoli o quando la somma dei flussi in entrata e nell'anello supera i 1.200 veicoli/ora;
- quando il flusso di traffico pedonale è importante

Distanze di visibilità



La **distanza di** visibilità per l'arresto deve essere garantita sia agli accessi dell'intersezione che nell'anello;

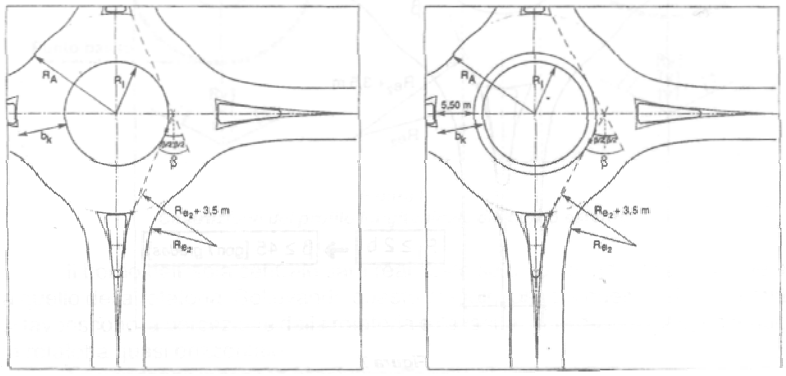
La **distanza di visibilità A** dipende dalla velocità del veicolo avente diritto di precedenza;

La **visibilità al di sopra dell'isola centrale** può indurre i conducenti a diminuire la loro attenzione verso sinistra e a non rispettare la precedenza. Per questo motivo è opportuno mascherare l'isola centrale con piante o altre attrezzature.

Deflessione della traiettoria

a) Angolo di deviazione β senza corona sormontabile

b) Angolo di deviazione β con corona sormontabile

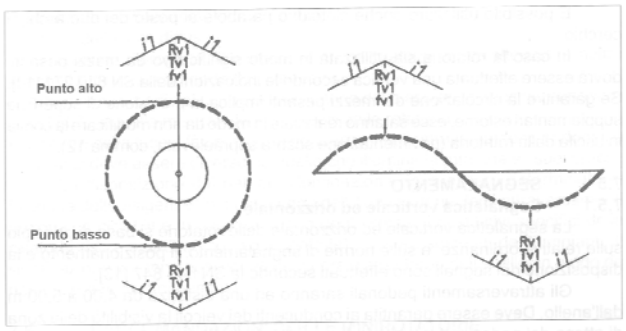


Per impedire che le rotatorie vengano attraversate a velocità inadeguate, è necessario che i veicoli siano fortemente deviati dall'isola centrale.

Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45 .

Profili longitudinali e pendenze

La rotatoria è costruita su di un piano, adattandosi al meglio ai profili longitudinali e trasversali dei bracci dell'intersezione. L'inclinazione massima del piano non può superare il 5%; può essere portata al 7% in situazioni eccezionali (strade esistenti con topografia complessa). In tal caso è importante modificare la traiettoria dei veicoli in modo sufficiente a limitare la velocità.



Il profilo longitudinale dal bordo esterno dell'anello può essere realizzato ponendo due punti di flesso agli estremi del diametro di maggiore pendenza. Scegliendo pendenze identiche dalle due parti e raggi di raccordo uguali e il più grandi possibili, si ottiene un profilo longitudinale molto vicino a quello di un piatto inclinato.

MODELLISTICA E VALUTAZIONI DI IMPATTO

Marco Dellasette

Socio dello studio TTA Associati

INDICE

1. Dinamiche del traffico e gestione della mobilità
2. Le intersezioni come strumenti di regolazione del traffico: tipologie e funzioni
3. Ambiti territoriali di riferimento
4. Gli strumenti di analisi, valutazione e simulazione
5. Applicazioni
   a. reti e mobilità (Novara)
   b. valutazioni di impatto (Novara ex ospedale psichiatrico)
   c. intersezioni (Rimini)
   d. rotatorie (Torino Maroncelli)

Il governo della mobilità

Il **governo della mobilità** è un'attività assai complessa, che coinvolge diverse competenze, numerose professionalità e procedure articolate.
Le complesse problematiche non possono essere risolte con "ricette" semplici, ma soltanto attraverso l'adozione di **un insieme di strategie coordinate fra loro**, in cui ciascun intervento fornisce il suo piccolo contributo al raggiungimento degli obiettivi prefissati.
Se i vari temi non vengono affrontati in modo congiunto, omogeneo e coordinato, non è possibile ottenere gli effetti desiderati.

Le dinamiche del traffico

Il traffico è una componente della mobilità con caratteristiche **dinamiche**

L'approccio deve essere di tipo dinamico (**analisi spazio-temporale**)

Le dinamiche del traffico

Il traffico si sviluppa sull'intera rete stradale adottando regole **comportamentali di equilibrio**

L'approccio deve essere di tipo distribuito (**analisi di rete**)

Le dinamiche del traffico

I nodi sono gli elementi
di **conflitto**
e di **regolazione**
della rete

Le dinamiche del traffico

Pertanto
non è sufficiente ottimizzare
le dinamiche **di nodo**

risulta indispensabile ottimizzare
le dinamiche **di rete**

Le intersezioni

Le intersezioni
si differenziano tra loro per
tipologia
ambito
funzione

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasetta - T.T.A. Studio Associato
9

Le intersezioni

Pertanto le intersezioni

NON POSSONO

ESSERE

TUTTE UGUALI

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009

La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato 10

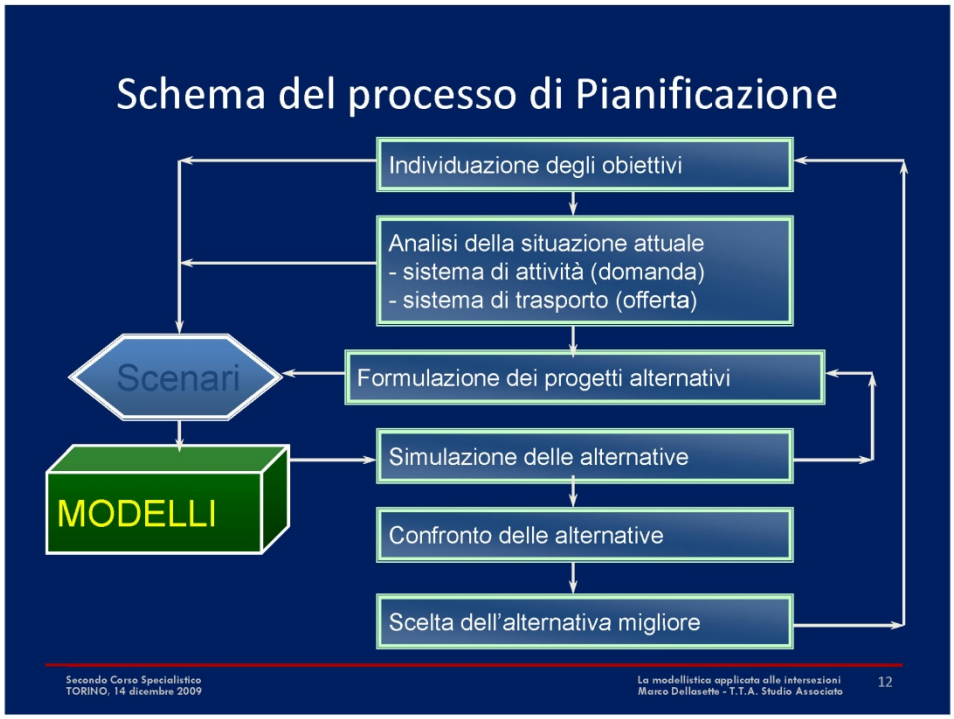
Gli strumenti di Simulazione

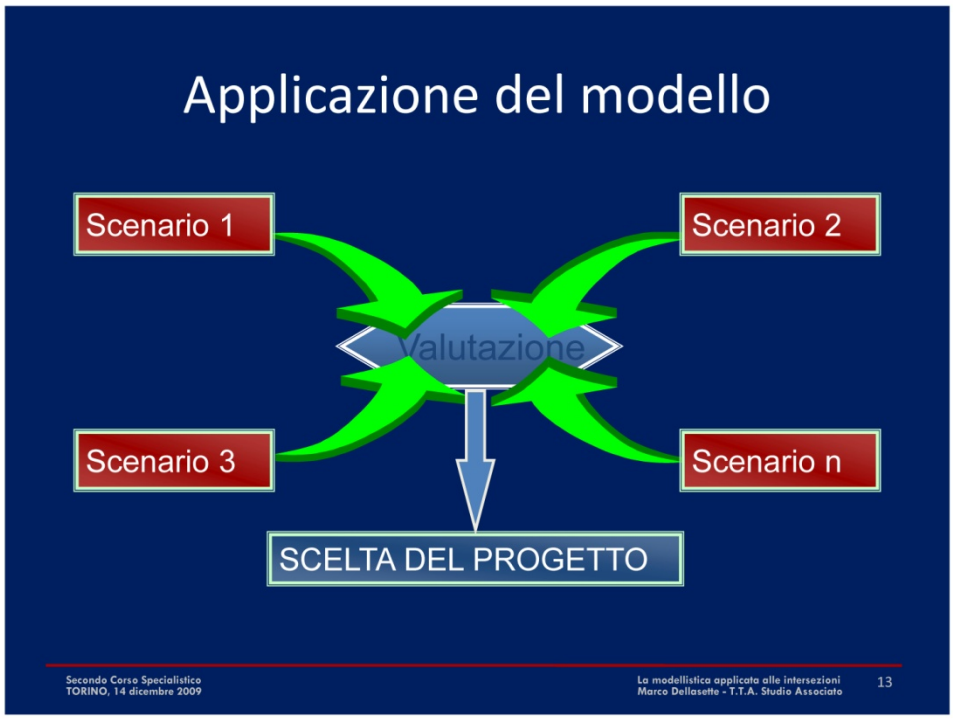
I simulatori di traffico sono strumenti di **supporto alle decisioni** durante i processi di **Pianificazione del Traffico**

Sono altresì **indispensabili** per analizzare nel dettaglio gli **effetti di rete** derivanti dalla riprogettazione delle intersezioni

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009

La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato 11


Schema del processo di Pianificazione
Individuazione degli obiettivi
Analisi della situazione attuale
- sistema di attività (domanda)
- sistema di trasporto (offerta)
Scenari
Formulazione dei progetti alternativi
MODELLI
Simulazione delle alternative
Confronto delle alternative
Scelta dell'alternativa migliore
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
12


Applicazione del modello
Scenario 1
Scenario 2
Valutazione
Scenario 3
Scenario n
SCELTA DEL PROGETTO
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
13

Tipologie di modelli di traffico

- macro-simulatori statici di nodo
- macro-simulatori statici di rete
- micro-simulatori statici di nodo
- micro-simulatori dinamici di rete

I modelli di macro-simulazione

I **macro-simulatori** di traffico rappresentano i flussi medi in un contesto:

- di **flusso statico**
- di **flusso libero**
- in assenza di **congestioni**

I modelli di macro-simulazione

I macro-simulatori si basano su metodologie di simulazione **semplici**,

utilizzando una serie di algoritmi **semplici**

alimentati da parametri **semplici**.

Sono utili nella valutazione strategica di scenari di grande respiro, ma solitamente non forniscono indicazioni di carattere progettuale e non consentono valutazioni relative ad interventi locali e puntuali.

Dovrebbero pertanto essere utilizzati prevalentemente nelle **analisi di rete in ambito extraurbano e autostradale**.

LA MACRO-SIMULAZIONE

Descrizione delle caratteristiche fondamentali

Principali parametri di traffico

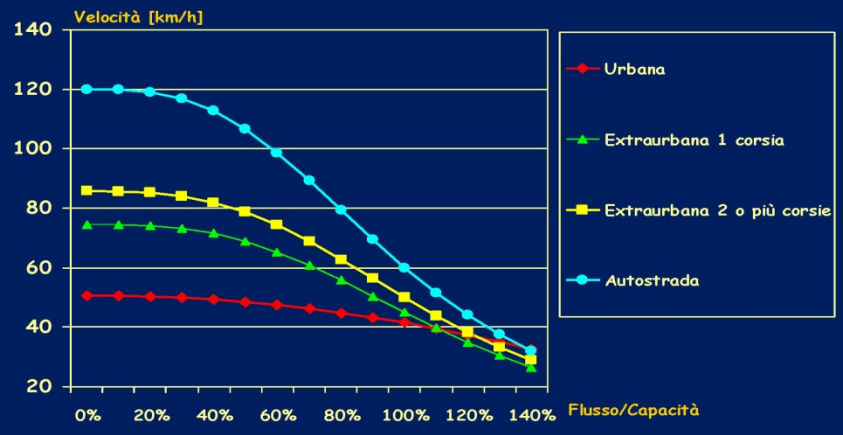
- **Flusso:** quantità di veicoli che transitano in una sezione stradale in un dato intervallo di tempo [veicoli/ora]
- **Densità:** quantità di veicoli presenti in un tratto di strada [veicoli/km]
- **Capacità:** massimo flusso che un tratto stradale può smaltire nell'unità di tempo [veicoli/ora]

Caratteristiche dei dati richiesti

Grafo della rete

Caratteristiche dei dati richiesti

Curve di deflusso stradali



Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009

La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
20

I risultati della simulazione

Flussi medi orari sulle tratte

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009

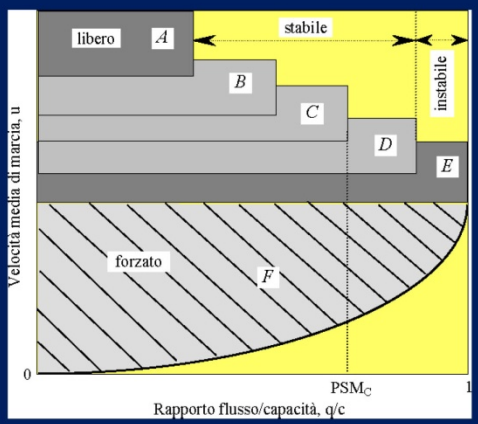
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
21

I risultati della simulazione

Indici di criticità della rete

I risultati della simulazione

Livelli di servizio (LOS)



Limiti degli strumenti di macro-simulazione

- Visione statica
- Valutazioni statistiche medie
- Mancanza di dettaglio
- Carenza di informazioni su code e criticità **ai nodi**

PERTANTO NON SONO ADATTI ALL'ANALISI DELLE ROTATORIE

Secondo Corso Specialistico TORINO, 14 dicembre 2009 — La modellistica applicata alle intersezioni Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato 24

I modelli di micro-simulazione

I **micro-simulatori** di traffico rappresentano i flussi in un contesto:

- di **flusso dinamico**
- di **flusso condizionato**
- in presenza di **congestioni**

Secondo Corso Specialistico TORINO, 14 dicembre 2009 — La modellistica applicata alle intersezioni Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato 25

I modelli di micro-simulazione

I micro-simulatori si basano su metodologie di simulazione **dinamica**,

utilizzando una serie di algoritmi **comportamentali**

alimentati da parametri **realistici**.

Sono indispensabili nella valutazione di scenari di traffico complessi e caratterizzati da criticità puntuali; solitamente forniscono indicazioni precise e dettagliate di carattere progettuale e consentono valutazioni molto utili per la valutazione degli interventi che possono risolvere le criticità presenti.

Dovrebbero pertanto essere utilizzati in tutti i casi di **analisi di reti affette da criticità di qualsiasi natura**.

LA MICRO-SIMULAZIONE

Descrizione delle caratteristiche fondamentali

Principi teorici dei micro-simulatori

- Car-following
- Lane-changing
- Gap-acceptance

il modello valuta due componenti del moto: accelerazione e decelerazione. Il primo rappresenta l'intenzione del veicolo a raggiungere una velocità desiderata, mentre il secondo rappresenta le limitazioni imposte dal precedente veicolo o da altre esternalità. Un veicolo che può muoversi liberamente è in grado di raggiungere la massima velocità desiderata in funzione delle caratteristiche del veicolo, del guidatore, della geometria della strada e delle eventuali manovre. Un veicolo che segue un altro ne è condizionato.

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
28

Principi teorici dei micro-simulatori

- Car-following
- Lane-changing
- Gap-acceptance

rappresenta un processo di decisione che, analizzando la necessità della manovra, la desiderabilità e le condizioni locali di attuabilità, determina, istante per istante, la scelta più opportuna.

Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
29

Principi teorici dei micro-simulatori

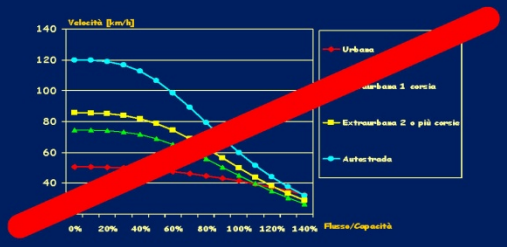
- Car-following
- Lane-changing
- Gap-acceptance

l'algoritmo si basa sulla probabilità statistica che il singolo conducente in avvicinamento all'intersezione accetti di inserirsi nel flusso di manovra (o in rotatoria) sulla base del tempo che ha a disposizione prima dell'arrivo del successivo veicolo in conflitto. Tale scelta dipende da una serie di fattori geometrici e dalle condizioni di traffico, e porta ad una variazione del distanziamento dei veicoli e, di conseguenza, ad una variazione della capacità dell'intersezione e della lunghezza delle code di attesa.

Caratteristiche dei micro-simulatori

- Simulazione completamente dinamica
- Strumenti off-line e/o on-line
- Rappresentazione fedele della realtà in termini di domanda e di offerta

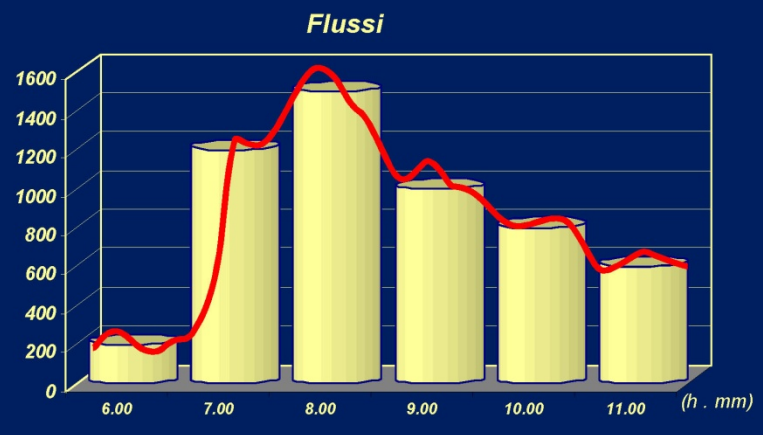
Non si fa più riferimento alle curve di deflusso



La descrizione della domanda

- Tipologie diverse di conducenti
- Tipologie diverse di veicoli
- Parametri caratteristici del comportamento guidatore/veicolo (acc., dec., aggressività, T. reazione, ecc.)
- Differenti periodi temporali a domanda multipla
- Visione dinamica del fenomeno

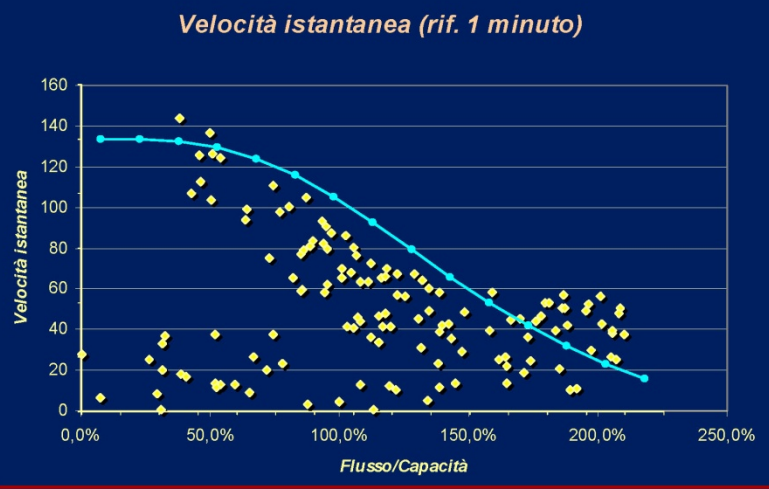
Distribuzione reale degli arrivi



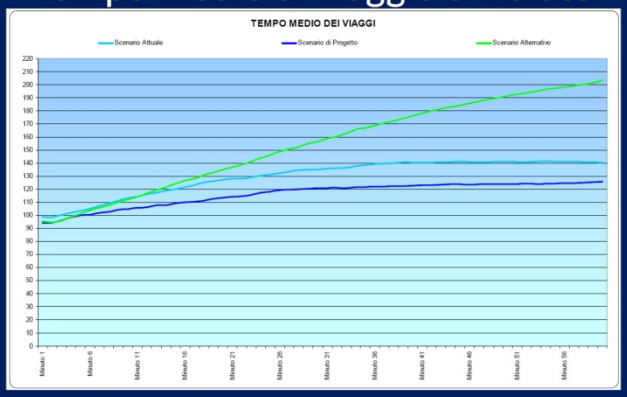
Principali risultati della micro-simulazione

- Individuazione dei percorsi
- Volumi di traffico e manovre di svolta
- Lunghezza delle code
- Densità, velocità, tempi di attesa
- Livelli di servizio
- Emissioni
- Qualsiasi scala temporale (minuto, ora, giorno, …)

Risultati dinamici di deflusso
(esempio di curva di deflusso dinamica)

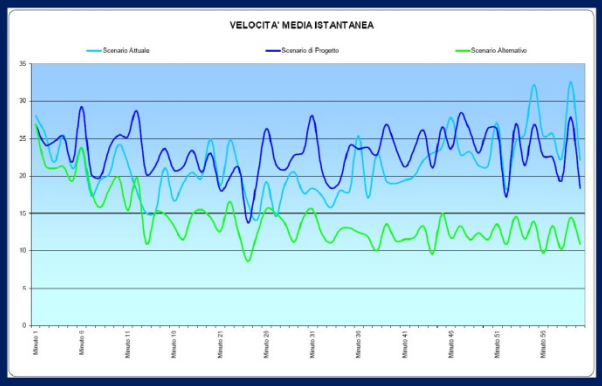


Altri risultati
Tempo medio di viaggio simulato



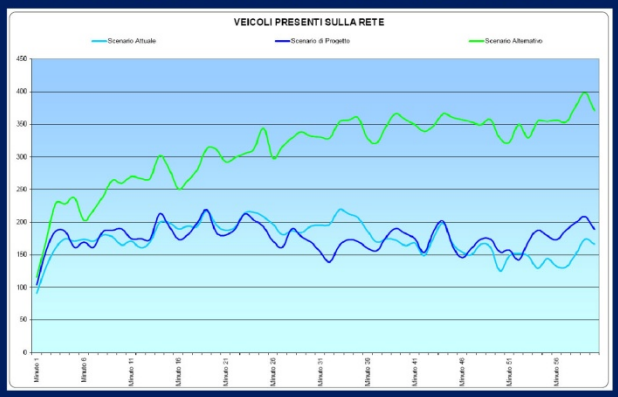
- Rappresenta, per ogni istante della simulazione, il tempo medio di viaggio di tutti i veicoli presenti sulla rete
- Al crescere dei tempi di viaggio si assiste ad un sempre maggiore congestionamento della rete

Altri risultati
Velocità media istantanea simulata



- Rappresenta, per ogni istante della simulazione, la media delle velocità di ciascun veicolo presente sulla rete
- Maggiore è la velocità media simulata e migliore risulta essere la fluidità della circolazione

Altri risultati
Numero di veicoli simulati sulla rete



- Rappresenta il numero di veicoli contemporaneamente presenti sulla rete ogni istante della simulazione
- Minore è il numero dei veicoli presenti sulla rete in un dato istante e minore è il grado di congestione sulla rete

La simulazione dinamica

Caratteristiche del micro-simulatore in esame

- Fino a un milione di nodi
- Fino a quattro milioni di archi
- Fino a 32.000 zone O/D
- Strade fino a 32 corsie
- Numero illimitato di veicoli sulla rete
- Centinaia di migliaia di veicoli contemporaneamente simulati*

* Simulazione in tempo reale di circa 400.000 veicoli contemporaneamente

Possibili applicazioni

1. analisi e valutazione di progetti di viabilità;
2. analisi della criticità della rete e dei nodi;
3. analisi e risoluzione di intersezioni problematiche;
4. analisi e risoluzione di percorsi critici;
5. gestione dei cantieri stradali;
6. valutazione di impatto sulla viabilità dei veicoli pesanti di cantiere;
7. individuazione di viabilità alternative da segnalare in situazioni di emergenza;
8. Gestione di informazioni all'utenza;
9. analisi sull'incidentalità e sulla sicurezza;
10. analisi di compatibilità ambientale;
11. valutazioni di impatto sulla viabilità di nuovi insediamenti;
12. analisi e valutazione del trasporto pubblico locale;
13. analisi ed organizzazione della mobilità delle merci;
14. analisi della sicurezza della circolazione
15. progettazione stradale.

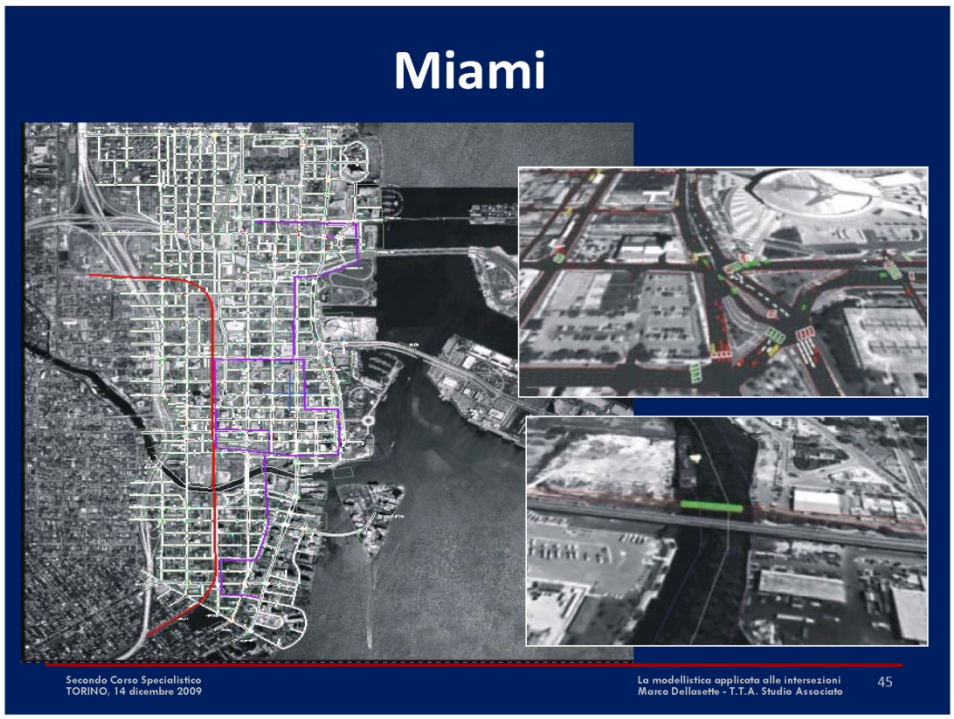
La nuova frontiera della pianificazione

Simulazione dinamica su grandi reti

Alcuni esempi nel mondo

Manhattan

New York, Giants Stadium
Lot 2
Lot 3
Lot 5
Lot 4
Lot 4
Lot 23
Lot 24
Plaza R
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
44


Miami
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
45

Le difficoltà di attuazione

Le Amministrazioni Locali hanno competenze e funzioni assai articolate, prevalentemente orientate verso l'individuazione, l'analisi e la risoluzione di problematiche legate ad aspetti molto concreti e progettuali.
Esse hanno difficoltà a pianificare in quanto è un'attività che richiede competenze molto specifiche che necessitano di consulenze esterne difficilmente gestibili, che spesso generano strumenti scarsamente applicativi e di difficile attuazione.
Inoltre, la mancanza di competenze dirette comporta l'impossibilità di aggiornamenti rapidi e tempestivi, necessari in un'ottica di pianificazione dinamica.

L'amministrazione chiede

- meno teoria e più soluzioni concrete
- più progettualità spicciola
- risoluzione di problematiche reali e contingenti
- coinvolgimento della cittadinanza e ricerca del consenso
- politiche attuabili a piccoli passi
- individuazione degli interventi e ordinamento delle priorità in funzione delle risorse disponibili e della massima efficacia

TUTTI OBIETTIVI RAGGIUNGIBILI
CON GLI STRUMENTI ADATTI

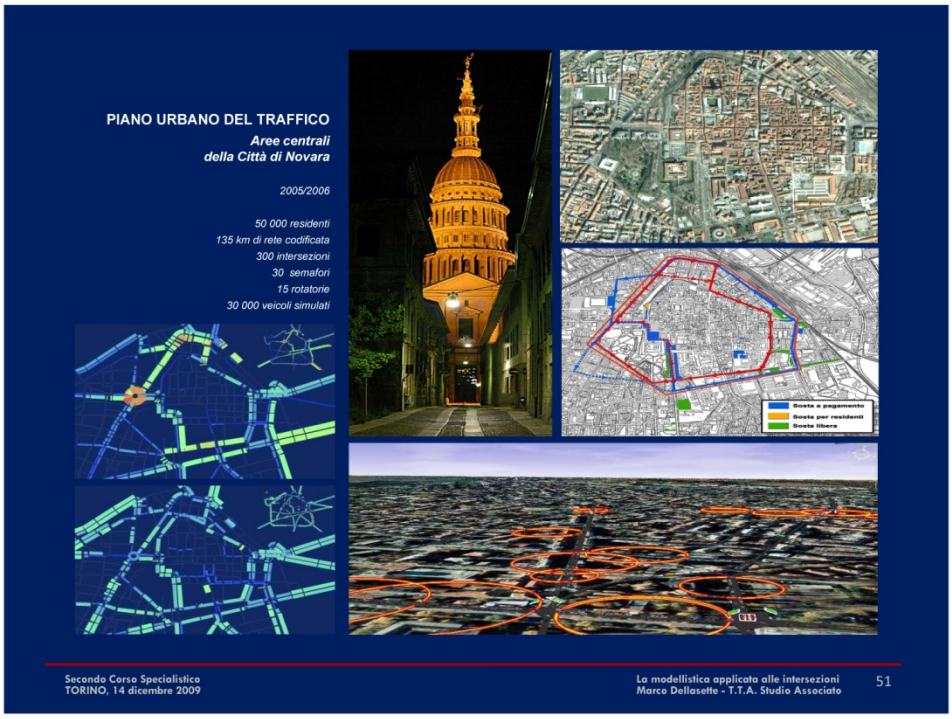
In conclusione

La corretta applicazione di strumenti di analisi e valutazione preventiva degli interventi consente di:

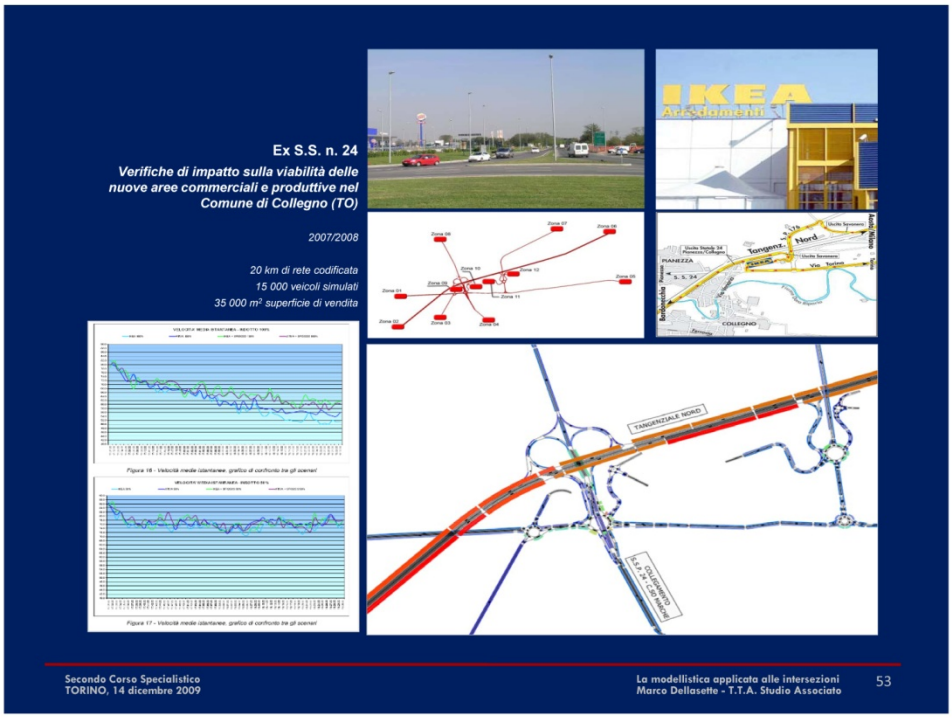
- individuare le soluzioni più efficienti in termini di mobilità
- individuare le soluzioni più efficaci in termini di impatto e sicurezza
- evitare errori di progettazione
- evitare/limitare i disagi alla circolazione
- evitare sprechi di risorse economiche

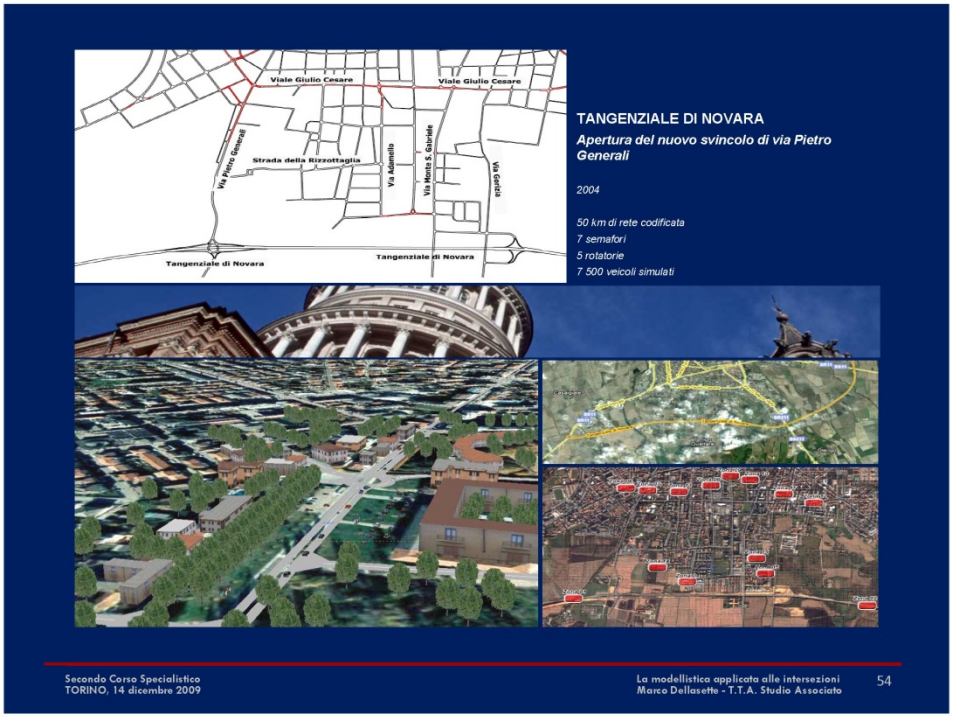
In altri termini si risparmia anche!

Esempi di applicazioni realizzate


PIANO URBANO DEL TRAFFICO
Aree centrali
della Città di Novara
2005/2006
50 000 residenti
135 km di rete codificata
300 intersezioni
30 semafori
15 rotatorie
30 000 veicoli simulati
Sosta a pagamento
Sosta per residenti
Sosta libera
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
51

Nuova taratura delle fasi semaforiche
Nuova rotatoria
Modifica dei sensi unici
Zona a Traffico Limitato
Nuovi tratti stradali
VEICOLI PRESENTI SULLA RETE
PIANO URBANO DEL TRAFFICO
Città di Nichelino (TO)
2006/2007
50 000 residenti
15 km di rete codificata
50 intersezioni
8 000 veicoli simulati
21 km² estensione dell'area
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
52


Ex S.S. n. 24
Verifiche di impatto sulla viabilità delle nuove aree commerciali e produttive nel Comune di Collegno (TO)
2007/2008
20 km di rete codificata
15 000 veicoli simulati
35 000 m² superficie di vendita
IKEA
TANGENZIALE NORD
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
53


Viale Giulio Cesare
Viale Giulio Cesare
Strada della Rizzottaglia
Via Pietro Generali
Via Adamello
Via Monte S. Gabriele
Via Genzia
Tangenziale di Novara
Tangenziale di Novara
TANGENZIALE DI NOVARA
Apertura del nuovo svincolo di via Pietro Generali
2004
50 km di rete codificata
7 semafori
5 rotatorie
7 500 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
54

RIQUALIFICAZIONE AREA LANCIA

Verifiche di impatto sulla viabilità di un nuovo insediamento residenziale-terziario-commerciale in Torino

2009

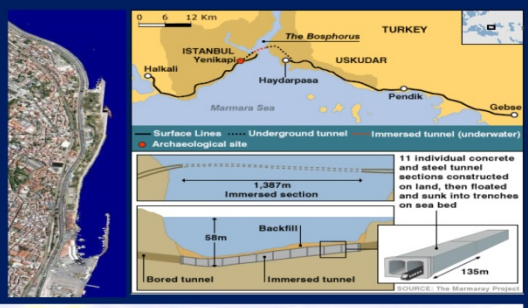
18 km di rete codificata
7 000 veicoli simulati
95 000 m² area di progetto

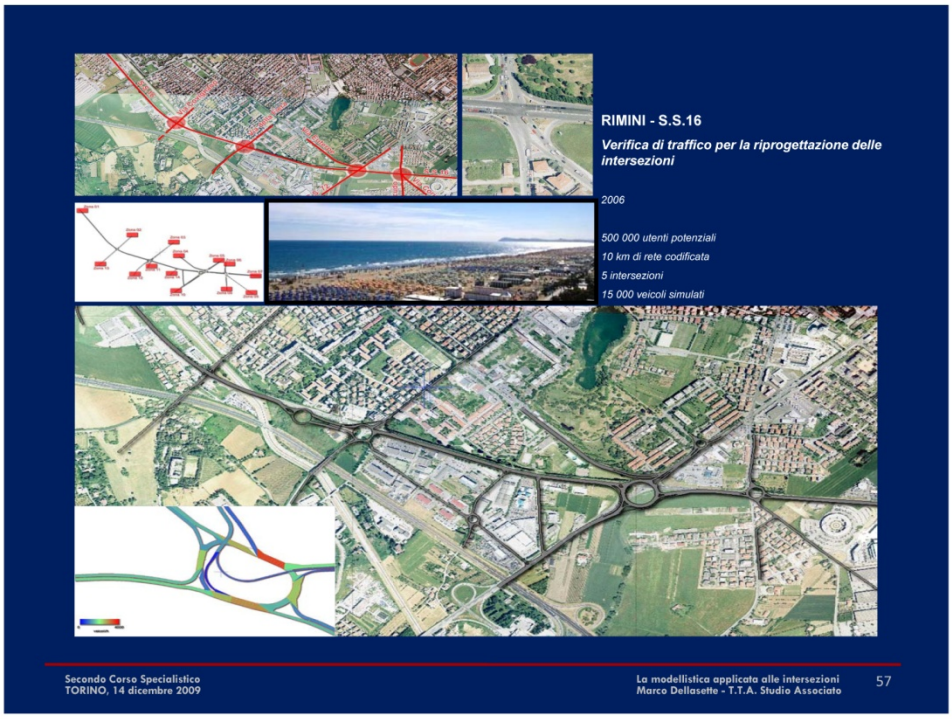
NUOVO TUNNEL SOTTO IL BOSFORO (ISTAMBUL)

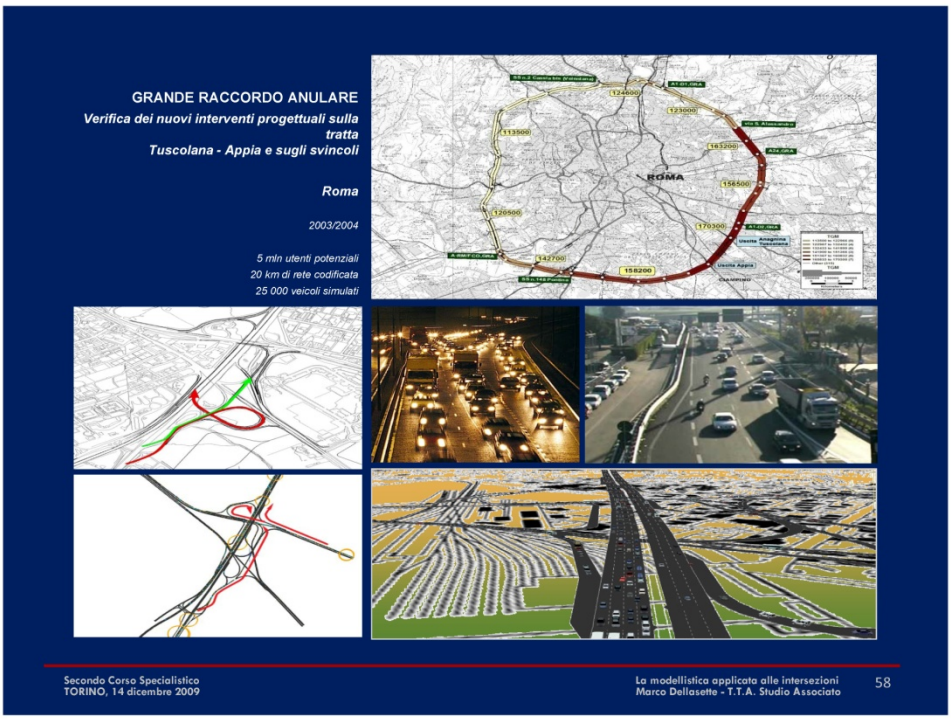
Studio di traffico e dimensionamento del nuovo piazzale di pedaggio

2008

13 mln utenti potenziali
15 km di rete codificata
10 000 veicoli simulati




RIMINI - S.S.16
Verifica di traffico per la riprogettazione delle intersezioni
2006
500 000 utenti potenziali
10 km di rete codificata
5 intersezioni
15 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
57


GRANDE RACCORDO ANULARE
Verifica dei nuovi interventi progettuali sulla tratta
Tuscolana - Appia e sugli svincoli
Roma
2003/2004
5 mln utenti potenziali
20 km di rete codificata
25 000 veicoli simulati
ROMA
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
58

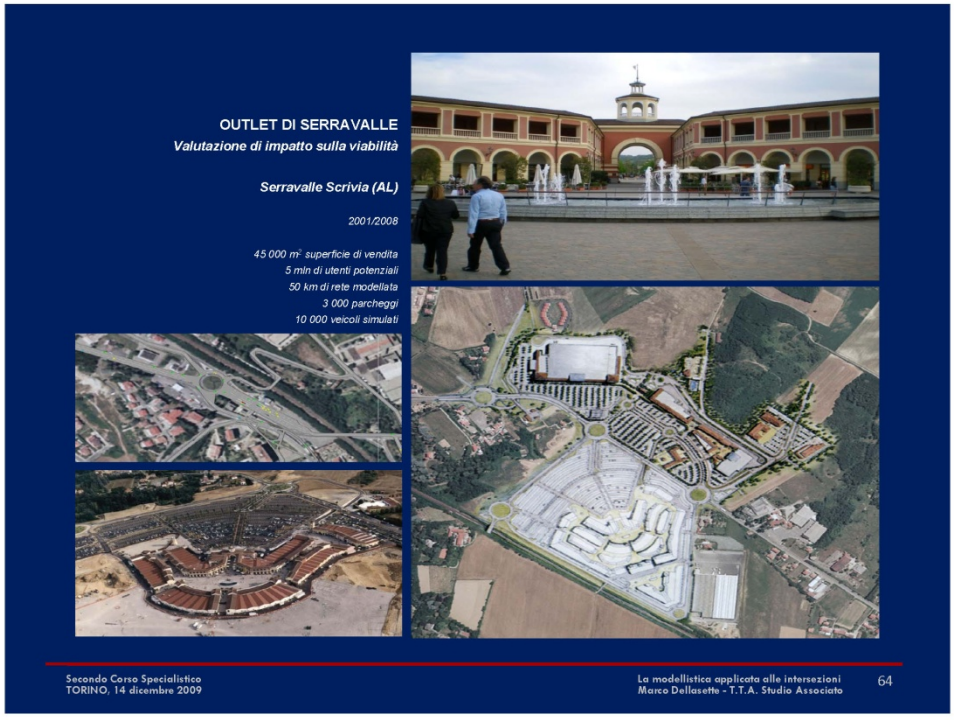
NUOVO CASELLO AUTOSTRADALE DI MONDOVI'
Dimensionamento del numero di porte e dell'ampiezza del piazzale di accumulo
Mondovì (CN)
2002/2003
20 km di rete codificata
13 porte simulate
5 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
59

NUOVO INSEDIAMENTO COMMERCIALE IN SAVIGLIANO
Verifica funzionale della viabilità di accesso e dei parcheggi
Savigliano (CN)
2006
72 000 m² area di progetto
10 km di rete codificata
7 000 veicoli simulati
1 500 parcheggi
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
60

NUOVO CASELLO AUTOSTRADALE DI VICOLUNGO
Dimensionamento del numero di porte e dell'ampiezza del piazzale di accumulo
Vicolungo (NO)
2002
40 km di rete codificata
9 porte simulate
10 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
61

TORINO "PALAZZO DEL LAVORO"
Verifiche di impatto sulla viabilità per la riqualificazione dell'edificio
2009/2010
64 000 m² area di progetto
1.5 mln utenti potenziali
10 km di rete codificata
10 intersezioni
20 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
62

RIQUALIFICAZIONE DELLA S.P.95 bis LAURENTINA
Verifica della sicurezza della viabilità e del traffico nelle fasi di cantiere
Roma
2007
20 km di rete codificata
10 000 veicoli simulati
FASE 1
FASE 2
FASE 3
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
63


OUTLET DI SERRAVALLE
Valutazione di impatto sulla viabilità
Serravalle Scrivia (AL)
2001/2008
45 000 m² superficie di vendita
5 mln di utenti potenziali
50 km di rete modellata
3 000 parcheggi
10 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
64

NUOVO CENTRO ALLENAMENTO JUVENTUS E PARCO COMMERCIALE
Vinovo e Nichelino (TO)
2003/2009
470 000 m² area di progetto
50 km di rete modellata
50 nodi
5 600 parcheggi
18 000 veicoli simulati
JUVENTUS
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
65

NUOVO PARCO COMMERCIALE "MONDOVICINO"
Valutazione di impatto sulla viabilità
Mondovì (CN)
2003/2006
390 000 m² area di progetto
2 mln di utenti potenziali
20 km di rete codificata
4 500 parcheggi
8 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
66

Vicolungo outlets
Parco Commerciale
A4
Vicolungo
Parco Commerciale
NUOVO OUTLET DI VICOLUNGO
Valutazione di impatto sulla viabilità
Vicolungo (NO)
2002/2003
80 000 m² area di progetto
32 000 m² superficie di vendita
5 mln di utenti potenziali
40 km di rete modellata
3 000 parcheggi
10 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
67

NUOVO SHOPPING CENTRE "TORINO SNOS"
Valutazione di impatto sulla viabilità
Torino – Spina 3 – Area Savigliano
2005/2006
70 000 m² area di progetto
12 000 m² superficie di vendita
500 000 utenti potenziali
35 km di rete modellata
150 nodi
1 500 parcheggi
25 000 veicoli simulati
Secondo Corso Specialistico
TORINO, 14 dicembre 2009
La modellistica applicata alle intersezioni
Marco Dellasette - T.T.A. Studio Associato
68

IN CONCLUSIONE

"Ad un problema difficile
esiste sempre una soluzione semplice:
ma non è quella giusta! "

George Bernard Shaw

Governare la Mobilità non significa gestire le emergenze, ma programmare il futuro in un'ottica di costante miglioramento.

Marco Dellasette

Grazie

INDICAZIONI PARAMETRI CHE SUI COSTI DELLE ROTATORIE E ANALISI COSTI/BENEFICI

Dario Alberto

Libero professionista

CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SUI COSTI DELLE ROTATORIE

La stima dei costi di realizzazione di una intersezione a circolazione rotatoria risulta indispensabile già nelle prime fasi di programmazione dell'opera per una prima valutazione dell'opportunità dell'intervento, secondo una procedura di confronto fra costi e benefici attesi che preclude alla valutazione costi/benefici tipica delle fasi di progettazione più avanzata. Tuttavia i costi di realizzazione risultano anche fortemente variabili in funzione del tipo di intervento (trasformazione dell'esistente o nuova realizzazione) e dell'area in cui si deve operare (ambito urbano, extraurbano, ecc.).

VARIABILITA' DEI COSTI IN FUNZIONE DI:

- AMBITO DI INTERVENTO
  - URBANO
  - EXTRAURBANO
  - AUTOSTRADALE
  - …
- TIPOLOGIA DI OPERA
  - INTERSEZIONE DI NUOVA REALIZZAZIONE
  - SISTEMAZIONE INTERSEZIONE ESISTENTE

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

CLASSIFICAZIONE DEI COSTI

I costi di realizzazione di una intersezione a circolazione rotatoria seguono la schematizzazione tipica delle opere pubbliche, dalle fasi iniziali dei primi studi fino all'entrata in servizio dell'infrastruttura, per continuare poi con le spese di gestione legate alla vita utile attesa dell'opera.

- STUDI PRELIMINARI, RILIEVI DI TRAFFICO, PROGETTAZIONE
- ESPROPRI (eventuali)
- SPESE DI ISTRUTTORIA (autorizzazioni eventuali)
- SPESE DI GARA
- COSTI PER RISOLUZIONE INTERFERENZE SOTTOSERVIZI
- COSTI DI REALIZZAZIONE (CONTRATTO D'APPALTO)
- SPESE DI COLLAUDO
- SPESE ORDINARIE DI GESTIONE (energia elettrica, acqua, ecc.)
- SPESE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA (rifacimenti tappeti, segnaletica, ecc.)

VALUTAZIONE SOMMARIA DELLA SPESA

Stante la titolarità quasi sempre pubblica dei sedimi stradali su cui si interviene, occorre disporre di una prima valutazione sommaria della spesa già nella fase di programmazione dell'intersezione a circolazione rotatoria. Questa prima stima può essere effettuata mediante ricorso a costi parametrici, secondo una procedura messa a punto dalla stessa Autorità di Vigilanza sulle Opere Pubbliche (oggi Autorità di Vigilanza sui Contratti Pubblici).

NELLA FASE DI PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' E DEI LAVORI PUBBLICI OCCORRE PERVENIRE AD UNA STIMA SOMMARIA DELLA SPESA PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

→ NECESSITA' DI INDICATORI SINTETICI

↓

ADOZIONE DI COSTI PARAMETRICI IN FUNZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE E DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'INTERSEZIONE A CIRCOLAZIONE ROTATORIA

COSTI STANDARDIZZATI PER LE OPERE PUBBLICHE

La procedura di definizione dei costi parametrici è stata messa a punto mediante definizione di "costi standard", derivanti da uno studio metodologico-statistico sulle principali categorie di opere pubbliche realizzate nel corso di alcuni anni dagli enti locali e dall'amministrazione dello Stato.

STUDIO EFFETTUATO DALL'«AUTORITA' DI VIGILANZA SUI LAVORI PUBBLICI – OSSERVATORIO LAVORI PUBBLICI» DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE A SEGUITO DELL'ENTRATA IN VIGORE DELLA LEGGE MERLONI E RELATIVO REGOLAMENTO ATTUATIVO (D.P.R.554/1999)

PERIODO 2000-2005 →

- STRADE, AUTOSTRADE, FERROVIE
- EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA
- EDILIZIA SANITARIA
- SCUOLE
- ACQUEDOTTI E FOGNATURE
- …

COSTI STANDARDIZZATI PER LE INFRASTRUTTURE STRADALI

Sub A. strada tipo: strada di sezione tipo A con due corsie per carreggiata con corsia di emergenza per carreggiata, larghezza m 47.70, in condizioni endogene ed esogene ordinarie (tutti i fattori di correzione fi =1)

Costo di costruzione per metro lineare di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 6016060	€ 3107,04
AFO2 galleria	£ 166950000/m	€ 86222,48
AFO3 viadotto	£ 71550000/m	€ 36952,50
extrasistema	£ 1000000/m	€ 516,46

Per questa categoria di strade, in caso di diversa larghezza della piattaforma, si ha dunque che il costo al mq di prima ipotesi è:

Costo di costruzione per metro quadro di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 126122	€ 65
AFO2 galleria	£ 3500000	€ 1808
AFO3 viadotto	£ 1500000	€ 775
extrasistema	£ 20964	€ 11

COSTI STANDARDIZZATI PER LE INFRASTRUTTURE STRADALI

Sub B. strada tipo: strada di sezione tipo C1 con due corsie ed una carreggiata, larghezza m 10,5 di carreggiata + banchina, in condizioni endogene ed esogene ordinarie (tutti i fattori di correzione fi =1)

Costo di costruzione per metro lineare di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 1494550	euro 771,87
AFO2 galleria	£ 36750000	euro 18979,79
AFO3 viadotto	£ 15750000	euro 8134,20
extrasistema	£ 400000	euro 206,58

Costo di costruzione per metro quadro di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 142338	€ 152,02
AFO2 galleria	£ 3500000	€ 25684,30
AFO3 viadotto	£ 1500000	€ 775
extrasistema	£ 38095	€ 19,67

COSTI STANDARDIZZATI PER LE INFRASTRUTTURE STRADALI

Sub C. strada tipo: strada di sezione tipo F1 con due corsie ed una carreggiata, larghezza m 9 in condizioni endogene ed esogene ordinarie (tutti i fattori di correzione fi =1)

Costo di costruzione per metro lineare di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 420380	€ 217,11
AFO2 galleria	Non previste per strade urbane di quartiere	
AFO3 viadotto		
extrasistema	£ 100000	€ 51,65

Costo di costruzione per metro quadro di carreggiata

AFO1 trincea/rilevato	£ 46709	€ 24,12
AFO2 galleria	Non previste per strade urbane di quartiere	
AFO3 viadotto		
extrasistema	£ 11111	€ 5,74

COSTI PARAMETRICI PER LA REALIZZAZIONE DI ROTATORIE

Le rotatorie non sono state individuate come categoria specifica nello studio dell'Autorità, per cui occorre verificare se i costi standard delle infrastrutture stradali possono applicarsi anche alle opere in oggetto e, in caso positivo, con quali accorgimenti.

VALORI STANDARD RICAVATI DA CASI REALI, CON SUDDIVISIONE PER TIPOLOGIA DI OPERA, RILEVABILI ANCHE IN LETTERATURA:

Ubicazione	Diametro del cerchio inscritto	
Mini-rotatorie	13 – 25 m	**150.000,00 €**
Compatte urbane	25 – 30 m	
Urbane singola corsia	30 – 40 m	
Urbane doppia corsia	45 – 55 m	
Extraurbane singola corsia	35 – 40 m	
Extraurbane doppia corsia	55 – 60 m	**450.000,00 €**

Diametro cerchio inscritto = diametro isola centrale + 2 volte larghezza carreggiata circolatoria

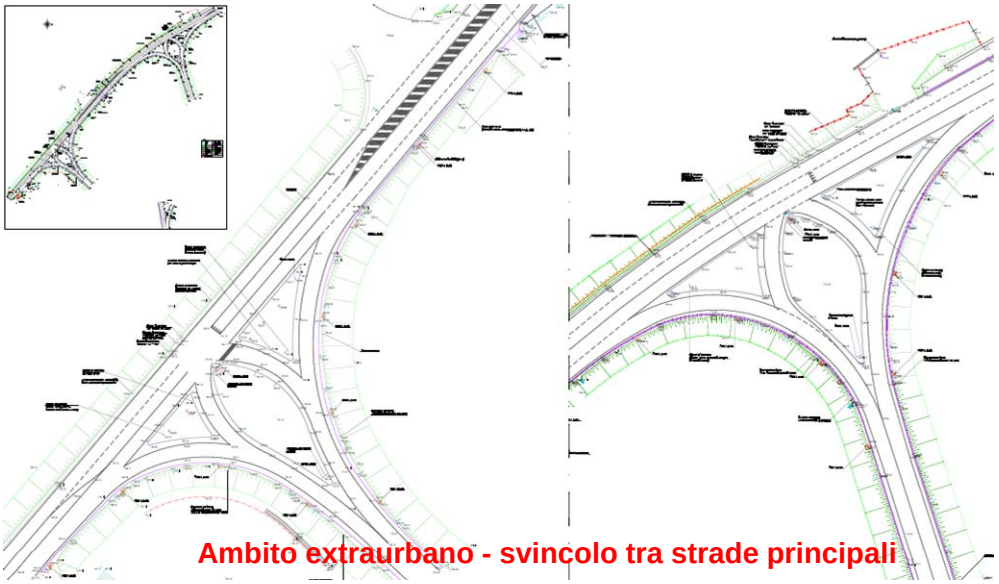
COSTI PARAMETRICI PER LA REALIZZAZIONE DI ROTATORIE

Dall'analisi dei dati disponibili per alcuni casi tipo reali, si perviene ad un costo parametrico di costruzione pari a circa 150 - 160 euro/mq per le rotatorie di maggiori dimensioni, valore paragonabile a quello fornito come costo standard per la realizzazione di strade di tipo C1 in rilevato. Per le rotatorie di dimensioni più contenute l'incidenza aumenta, fino ad arrivare a valori di circa 200 euro/mq, in quanto non si riescono a conseguire le economie di scala tipiche degli interventi di maggiore entità ed estensione.

Per gli interventi di trasformazione dell'esistente i valori parametrici scendono di circa 1/3 per le rotatorie di maggiori dimensioni, con costi di circa 100 euro/mq, mentre per le mini-rotatorie in ambito urbano la riduzione di costo risulta minore, in quanto aumentano gli oneri per lo spostamento / adeguamento dei sottoservizi e per l'integrazione dell'intervento nel contesto cittadino (arredo urbano, verde, ecc.): per tali interventi si possono assumere come riferimento valori di circa 170 euro/mq.

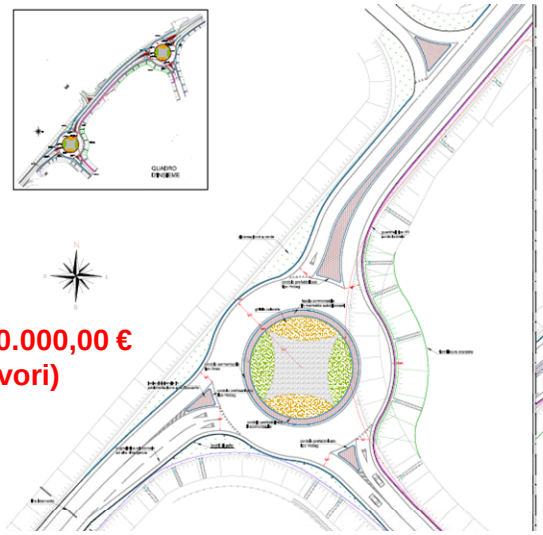
Si segnala tuttavia come per semplici sistemazioni superficiali di aree di intersezione già pavimentate e con impiego di sola segnaletica orizzontale e verticale (realizzazione di mini-rotatorie di diametro massimo di 10 m con isola centrale limitata ad una piccola aiuola con un unico delineatore di ostacolo, ultimamente adottate da alcune amministrazioni cittadine di medie-piccole dimensioni, con risultati però dubbi o a volte contrastanti), il costo parametrico può scendere a valori di circa 50 euro/mq.

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE



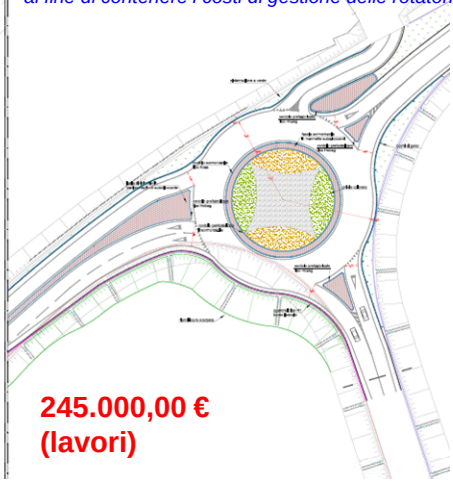
Ambito extraurbano - svincolo tra strade principali

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE



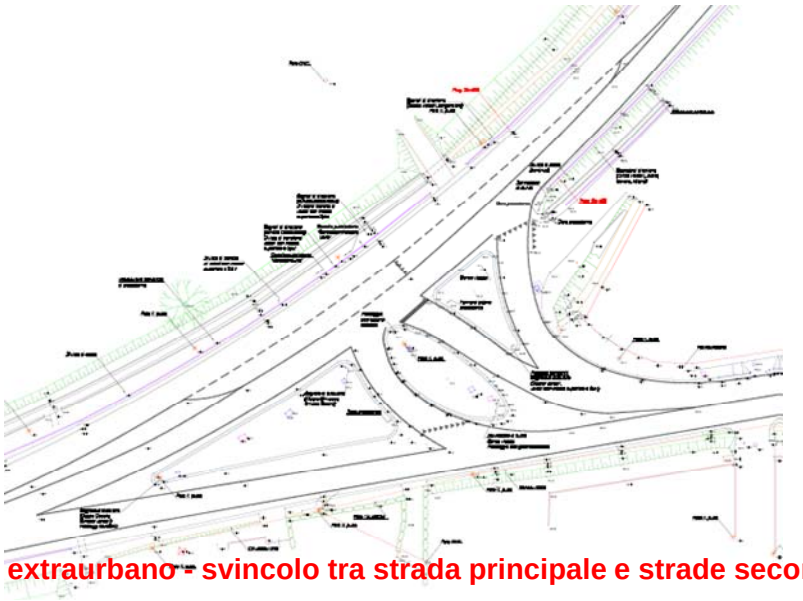
280.000,00 €
(lavori)

La sistemazione delle isole interne è stata prevista con impiego di ghiaietto colorato su membrana antiradice, al fine di contenere i costi di gestione delle rotatorie.



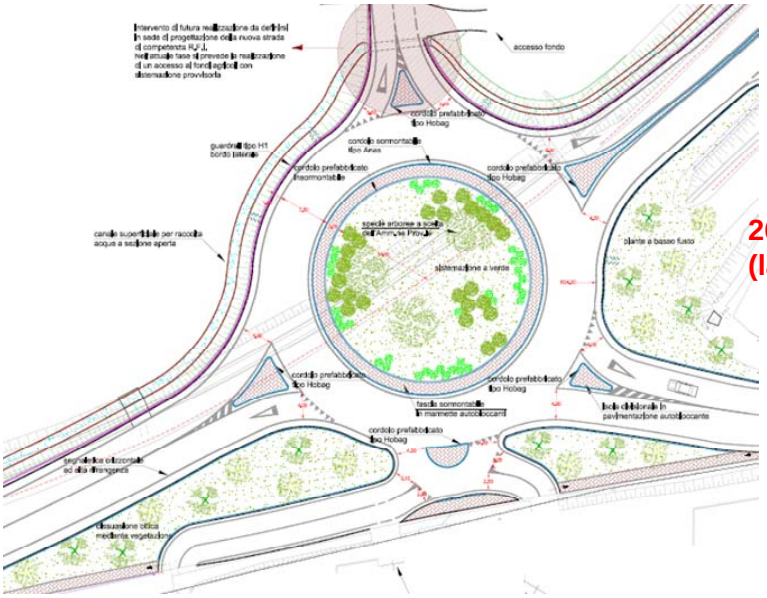
245.000,00 €
(lavori)

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE



Ambito extraurbano - svincolo tra strada principale e strade secondarie

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE



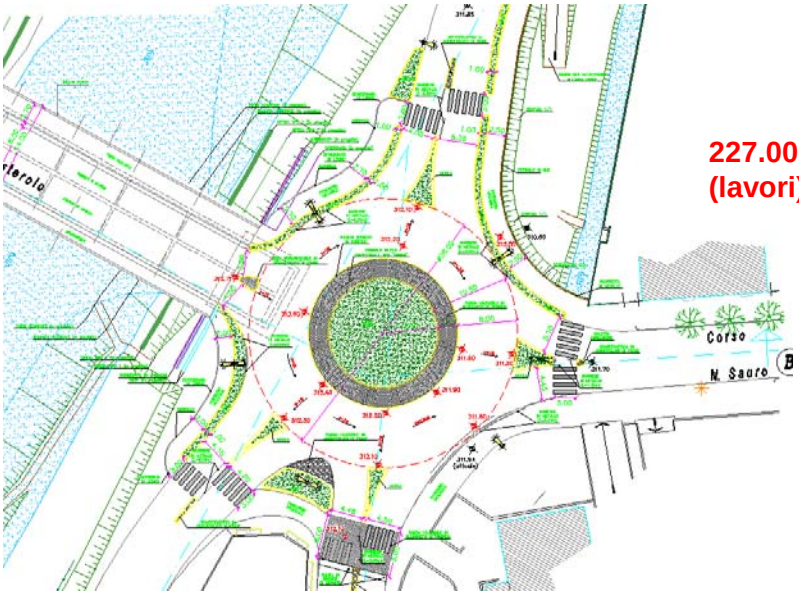
260.000,00 €
(lavori)

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE

Ambito urbano - sistemazione di intersezione esistente semaforizzata

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE



227.000,00 €
(lavori)

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE

QUADRO ECONOMICO

PROGETTO ESECUTIVO

A) LAVORI

1) LAVORI A MISURA			**0.00**	
2) LAVORI A CORPO			**227 284.19**	
FASE 1	**106 528.11**	46.87%		
1.1 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI			5 775.52	2.54%
1.2 MOVIMENTI TERRA PER AMPLIAMENTO STRADA LATO NE			12 365.46	5.44%
1.3 SISTEMAZIONI IMPIANTI E SOTTOSERVIZI			15 995.29	7.04%
1.4 PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO			20 149.30	8.87%
1.5 SISTEMAZIONI PROVVISORIE - SEGNALETICA			30 439.51	13.39%
1.6 SISTEMAZIONI PROVVISORIE - ILLUMINAZIONE PUBBLICA			17 958.39	7.90%
1.7 LAVORAZIONI IN ECONOMIA PER SISTEMAZIONI FINALI E FINITURE			3 844.64	1.69%
FASE 2	**120 756.08**	53.13%		
2.1 CONDOTTE PER SCARICO ACQUE METEORICHE			5 032.40	2.21%
2.2 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE			4 728.68	2.08%
2.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			7 833.43	3.45%
2.4 PAVIMENTAZIONE STRADALE			18 132.50	7.98%
2.5 MARCIAPIEDI			6 121.27	2.69%
2.6 AIUOLE			25 105.00	11.05%
2.7 ISOLE SPARTITRAFFICO ED ARREDO URBANO			36 180.35	15.92%
2.8 SEGNALETICA STRADALE			11 424.02	5.03%
2.9 SISTEMA DI SEGNALETICA DI SICUREZZA A LED LUMINOSI			6 198.43	2.73%
A) IMPORTO COMPLESSIVO PER L'ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI (comprensivo delle spese ordinarie per la sicurezza)			**227 284.19**	
SPESECOMPLESSIVE PER LA SICUREZZA			**12 867.76**	
Spese ordinarie per la sicurezza	12 867.76			
Spese speciali per la sicurezza	-			
Incidenza media della sicurezza (Is)	5.66%			
IMPORTO LAVORI DA APPALTARE			**227 284.19**	
IMPORTO SOGGETTO A RIBASSO D'ASTA			**214 416.43**	
IMPORTO NON SOGGETTO A RIBASSO D'ASTA			**12 867.76**	

A2) IMPORTO LAVORI DA APPALTARE (A+A1.2) **227 284.19**

CASI PRATICI: ROTATORIE REALIZZATE

B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			**92 715.81**
1) RILIEVI, ACCERTAMENTI, INDAGINI			**0.00**
a	verifiche specialistiche	0.00	
b	rilievi topografici	0.00	
2) ALLACCIAMENTI AI PUBBLICI SERVIZI			**5 000.00**
a	alla rete di energia elettrica	1 000.00	
b	adeguamento linea elettrica	2 000.00	
c	alla rete telefonica	0.00	
d	alla rete idrica	2 000.00	
e	alla rete fognaria	0.00	
f	alla rete del gas	0.00	
3) SOMME A DISPOSIZIONE PER IMPREVISTI			**2 110.07**
a	imprevisti o lavori in economia	2 110.07	
4) FONDO PER ACCORDI BONARI (art. 12 D.P.R. 554/99)			**6 818.53**
a	quota percentuale pari al 3%	6 818.53	
5) ACQUISIZIONE AREE (da piano particellare)			**20 000.00**
a	espropriazione terreni	20 000.00	
b	indennizzo conduttore e frutti pendenti	0.00	
6) SPESE PER ATTIVITA' DI CONSULENZA E DI SUPPORTO			**4 350.00**
a	responsabile del procedimento	4 350.00	
7) SPESE TECNICHE			**29 008.80**
a	progettazione, direzione lavori e contabilità, piano di sicurezza e coordinamento, rilievi topografici per aggiornamento cartografico finale	23 700.00	
i	inarcassa	474.00	
I	IVA 20%	4 834.80	
8) SPESE PER COMMISSIONI GIUDICATRICI			**0.00**
9) SPESE PER PUBBLICITA'			**1 000.00**
10) SPESE PER ANALISI E COLLAUDI			**1 700.00**
a	analisi di laboratorio cls e acciaio	500.00	
b	collaudo statico	1 200.00	
c	collaudo amministrativo	0.00	
11) IVA SUI LAVORI 10%			**22 728.42**
IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO (A2+B)			**320 000.00**

LAVORAZIONI PREVISTE PER LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA

Le opere principali da realizzare sono le seguenti:

- scotico del terreno
- scavi di sbancamento
- consolidamento del terreno
- opere in conglomerato cementizio armato per muri di sostegno, scatolari per attraversamento fossi e altre opere d'arte
- attraversamenti idraulici con tubazioni di idonee dimensioni
- rivestimento di muri di sostegno in pietra locale
- rilevati in materiale di adeguata granulometria
- ricoprimento del terreno con strato vegetale per l'inerbimento delle scarpate laterali
- escavazione delle fosse di scolo laterali
- massicciata stradale in misto granulare di cava di adeguata granulometria
- strato di base in conglomerato bituminoso di pezzatura compresa fra 0 e 30 mm.
- strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso di pezzatura 0-20 mm.
- strato di usura (tappeto) in conglomerato bituminoso di pezzatura 0-10 mm ;
- segnaletica orizzontale e verticale
- dispositivi di ritenuta laterali di classe N2 bordo laterale
- impianti di illuminazione nelle rotatorie
- opere a verde compreso inerbimento scarpate e piantumazione arbusti e siepi
- opere accessorie e complementari come canalette, griglie, chiusini, aiuole, cordonati

CRITICITA' NELLA DEFINIZIONE DEI COSTI PARAMETRICI

L'adozione dei costi standard deve essere effettuata sempre con estrema cautela, cercando di ponderare il più possibile le particolarità del contesto territoriale in cui si dovrà operare. A titolo di esempio si citano alcune fra le problematiche più ricorrenti che possono incidere in maniera significativa sul costo parametrico di costruzione:

- INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI (convenzioni/concessioni con terzi)
- ESPROPRI (accordi bonari)
- RINVENIMENTI DI NATURA GEOLOGICA
- RINVENIMENTI DI SOTTOSERVIZI NON NOTI A PRIORI
- COSTI PER TRANSITABILITA' DURANTE LE FASI DI CANTIERE
- NUOVE TECNOLOGIE (segnaletica a led luminosi, IP con lampade a led, ecc.)
- ALLACCIAMENTI A PUBBLICI SERVIZI
- MANTENIMENTO DIRITTI DI TERZI (accesso fondi, ecc.)
- CONTENZIOSO CON IMPRESE

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

CRITICITA' NELLA DEFINIZIONE DEI COSTI PARAMETRICI

Le criticità maggiori riguardano le interferenze con i sottoservizi presenti, particolarmente importanti nel caso assai frequente di adeguamento/trasformazione di intersezione esistente. Reti in fibra ottica e linee telefoniche presentano vincoli alquanto rigidi, non potendosi facilmente provvedere a giunzioni e spostamenti.

Da non sottovalutare anche gli oneri dovuti alle opere provvisionali per il mantenimento del cantiere in adeguate condizioni di sicurezza, considerato che spesso gli interventi di trasformazione dell'esistente devono avvenire in presenza di traffico, con pericolose interferenze fra attività lavorative e flussi ciclo-pedonali e veicolari. In alcuni casi, su strade principali di prioritaria importanza, possono rendersi necessari particolari accorgimenti per contenere l'impatto del cantiere sul transito veicolare (ad esempio con predisposizione di viabilità provvisoria dedicata), che possono incidere in misura significativa sul costo complessivo dell'opera, arrivando a rappresentare una percentuale oscillante fra il 10 ed il 20% dell'intero importo dei lavori.

Da ultimo si segnala come oggi siano disponibili nuove risorse tecnologiche che consentono una riduzione dei costi di gestione delle rotatorie, permettendone inoltre una maggior sicurezza nelle ore di funzionamento notturno: ci si riferisce alla segnaletica luminosa a led, impiegata come delineatore di ostacolo sulle isole spartitraffico o sulla corona dell'isola centrale, nonché alle nuove lampade a led che vanno a sostituire le vecchie lampade tradizionali ai vapori di sodio o di mercurio, con efficienza luminosa superiore e soprattutto risparmio energetico che può arrivare anche al 50% rispetto alle lampade tradizionali.

ANALISI COSTI - BENEFICI (ACB): ORIGINI E MOTIVAZIONI

- Ideata negli Stati Uniti negli anni '30 in un periodo di forte crescita della spesa pubblica
- Tecnica di valutazione per effettuare la scelta più conveniente per la collettività sulla base di costi e benefici delle diverse alternative (compresa quella di non progetto)
- Nel confronto si fa riferimento alla *vita economica utile* del progetto

A partire dagli anni '90 del secolo scorso la normativa italiana in materia di lavori pubblici (Legge Merloni) ha introdotto l'obbligo della valutazione del rapporto costi / benefici per ogni intervento effettuato con risorse pubbliche, con l'intento di ottimizzare le risorse disponibili e di individuare la soluzione migliore non soltanto in termini puramente economici o gestionali ma anche per le possibili ricadute positive nei confronti della collettività e dell'ambiente.

ACB COME EVOLUZIONE DELL'ANALISI FINANZIARIA

- Analisi finanziaria:
  - approccio di carattere privatistico-imprenditoriale
  - obiettivo di massimizzazione del profitto

- Analisi economica / sociale:
  - approccio di carattere pubblico
  - obiettivo di massimizzazione del benessere sociale:costi di produzione e gestione a carico della collettività e benefici di cui la stessa può godere
  - sistema di prezzi utilizzato: sia di mercato (costi di costruzione e costi diretti) sia *prezzi-ombra* (per eventuali effetti indiretti)
  - benefici = disponibilità a pagare o riduzione dei costi complessivi

FASI TEORICHE DELL'ACB

- Fasi teoriche:
  - Individuazione dei costi e dei benefici:
    - capire la natura dell'intervento ed i suoi effetti
    - elencare i soggetti coinvolti
    - prefigurare uno scenario futuro

    → $\Sigma B - \Sigma C > 0$?
  - Quantificazione:
    - ai costi ed ai benefici è attribuita una misura fisica

    → $\Sigma QB - \Sigma QC > 0$?
  - Valorizzazione:
    - attribuzione di un valore ai costi ed ai benefici, secondo una scala comune, ossia monetaria

    → $\Sigma QB*m - \Sigma QC*m > 0$?

FASI OPERATIVE DELL'ACB

- **Fasi operative:**
  - **Identificazione delle alternative** (non intervento; semaforizzazione dell'intersezione; trasformazione in rotatoria; intersezione a livelli sfalsati)
  - **Stima dei costi** (valutazione parametrica dei costi di realizzazione e stima dei costi di gestione)
  - **Stima dei benefici** (diretti, per gli utenti della strada, ed indiretti, per la popolazione residente nelle vicinanze, per la città, ecc.)
  - **Individuazione e stima degli indicatori**

LA VALUTAZIONE DEI BENEFICI

- Benefici economici, rappresentano gli effetti positivi del progetto dal punto di vista della collettività:
  - benefici diretti: interessano i soggetti che utilizzano l'opera (automobilisti, mobilità ciclo-pedonale), ad esempio in termini di riduzione del tempo medio di attesa all'intersezione nel periodo temporale di riferimento
  - benefici indiretti: interessano soggetti che non utilizzano l'opera ma che, grazie ad essa, hanno ricadute positive (minore congestione sulla rete stradale, ecc.)
- Per la valorizzazione dei benefici economici diretti si fa riferimento, ad esempio, ad un valore standardizzato medio del tempo (*valori disponibili in letteratura*)
- Benefici non economici
  - ambiente (riduzione emissioni agenti inquinanti ed acustiche)
  - sicurezza (riduzione del tasso di incidentalità all'intersezione con riferimento ai valori pregressi)
- Anche i benefici non economici devono essere monetizzati, con una procedura un po' più complessa che richiede approfondimenti (ad esempio) sul risparmio sanitario atteso in conseguenza dell'intervento infrastrutturale (riduzione malattie della popolazione residente nelle vicinanze, riduzione del numero di morti e feriti, ecc.)

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELL'ANALISI COSTI / BENEFICI

L'applicazione delle tecniche ABC innanzi descritte consente normalmente una corretta calibrazione dell'intervento che si intende eseguire, esplicitando innanzi tutto la convenienza o meno dell'opera prevista rispetto allo stato di fatto e permettendo inoltre il confronto fra alternative disponibili.

Non è detto in assoluto che la realizzazione di una nuova intersezione a circolazione rotatoria o la trasformazione di una intersezione esistente di tipo diverso conducano sempre a risultati positivi, in quanto ogni intervento va letto con attenzione rispetto al contesto di riferimento ed alle conseguenze che provoca sul territorio in cui si inserisce (possibilità di traferimento geografico dei "punti neri" lungo le arterie stradali, formazione di fenomeni di congestione puntuale o per fasce temporali, ecc.).

In secondo luogo, anche nel caso in cui la realizzazione di una rotatoria risulti l'intervento migliore, l'analisi consente di indagare la soluzione preferibile fra il vasto spettro di interventi possibili (mini-rotatorie, rotatorie compatte, a singola corsia, a doppia corsia, ecc.).

Le difficoltà riscontrabili nella monetizzazione dei benefici non economici sono oggi più facilmente superabili con l'adozione di opportuni modelli di simulazione del traffico che considerino anche le interferenze dei flussi veicolari sull'ambiente circostante e sulla popolazione e con l'utilizzo di valori medi sui costi sanitari desumibili dall'ampia letteratura formatasi in questi ultimi anni.

NORME, CRITERI E PARAMETRI PER LA PROGETTAZIONE

Salvatore Leonardi

Professore Università di Catania

CLASSIFICAZIONE DELLE ROTATORIE IN BASE ALLA NORMATIVA ITALIANA D.M. 19/04/2006

Si considerano tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna:

- **Mini rotatoria**

  (diametro esterno tra 14 e 25 m)

- **Rotatoria compatta**

  (diametro esterno tra 25 e 40 m)

- **Rotatoria convenzionale**

  (diametro esterno tra 40 e 50 m)

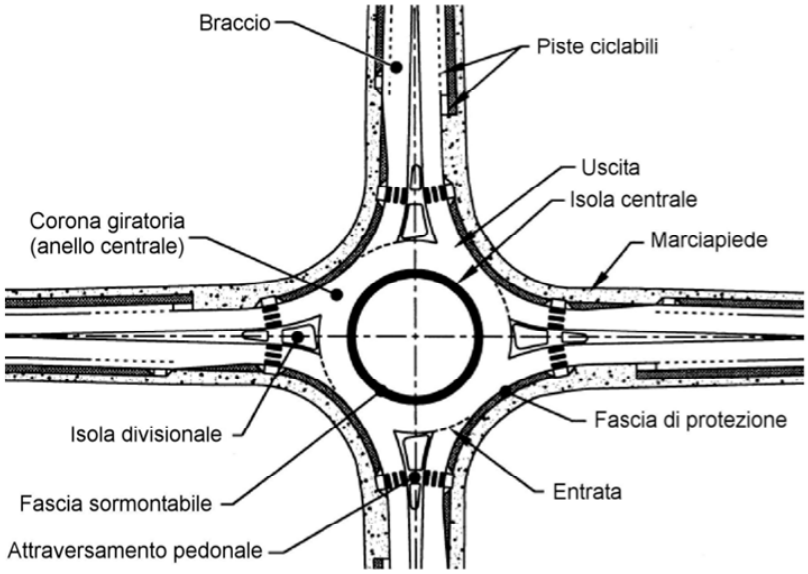
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

CLASSIFICAZIONE DELLE ROTATORIE IN BASE ALLA NORMATIVA ITALIANA D.M. 19/04/2006

Per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie esposte, il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi.

Un ulteriore elemento distintivo tra le tre tipologie fondamentali di attrezzatura rotatoria è rappresentato dalla sistemazione dell'isola circolare centrale, che può essere resa in parte transitabile per le manovre dei veicoli pesanti, nel caso di mini-rotatorie con diametro esterno compreso *fra 25 e 18 m*, mentre lo diventa completamente per quelle con diametro compreso *fra 18 e 14 m*; le *rotatorie compatte* sono invece caratterizzate da bordure non sormontabili dell'isola centrale.

ELEMENTI GEOMETRICI CARATTERISTICI

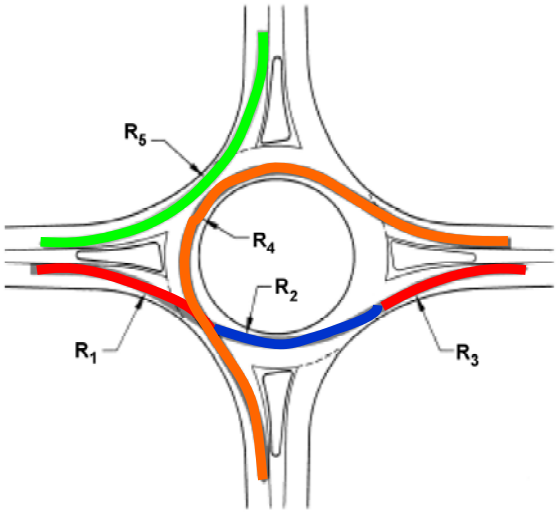


COERENZA CINEMATICA DELLE TRAIETTORIE

Il controllo delle velocità indotto dagli elementi geometrici di una rotatoria deve esplicitarsi attraverso il raggiungimento dei due seguenti obiettivi:

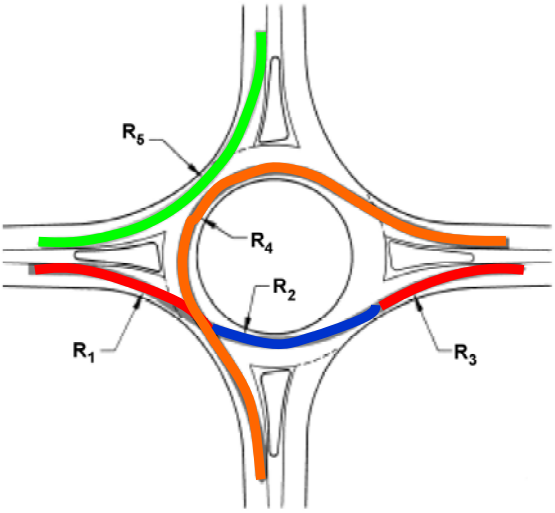
- **l'uniformità delle velocità relative tra gli elementi geometrici consecutivi;**
- **l'omogeneità delle velocità relative tra flussi di traffico opposti.**

Al fine di poter garantire il perseguimento degli obiettivi suddetti, occorre che il progettista ponga particolare attenzione alla verifica dei cosiddetti 5 raggi critici.



COERENZA CINEMATICA DELLE TRAIETTORIE

Tra i raggi R_1, R_2 ed R_3, deve sussistere sussista la seguente relazione: $R_1<R_2<R_3$.
Ciò comporterebbe velocità ridotte in ingresso e, conseguentemente, la riduzione della probabilità di incidenti causati dalla perdita di controllo da parte del veicolo isolato. Poiché diminuisce, inoltre, la differenza di velocità tra i flussi veicolari in ingresso e quelli circolanti sull'anello, dovrebbe abbassarsi anche la probabilità di incidenti tra veicoli entranti e veicoli circolanti.
Tuttavia, potrebbero verificarsi situazioni in cui non è possibile ottenere un valore di R_1 minore di R_2, a causa, ad esempio, di vincoli topografici. In tali casi, pur accettando che $R_1>R_2$, occorre limitare la conseguente differenza di velocità al massimo a 20 km/h (sarebbero preferibili, comunque, differenze di velocità inferiori a 10 km/h).
In una rotatoria a singola corsia, per ridurre il valore di R_1 si può intervenire diminuendo il raggio del ciglio d'ingresso o inclinando più a sinistra il ramo di entrata.



COERENZA CINEMATICA DELLE TRAIETTORIE

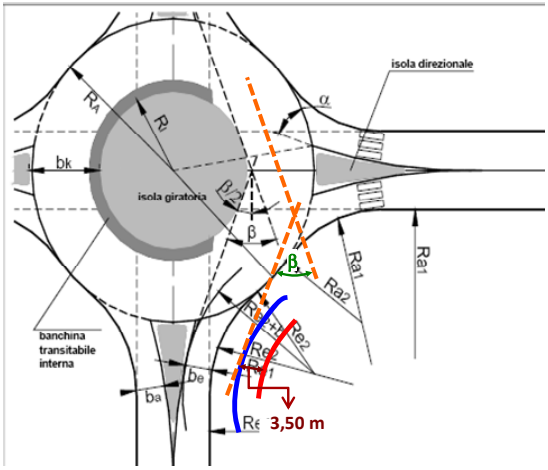
Il raggio di uscita R_3 non deve mai essere minore di R_1 o di R_2, in modo tale che si minimizzi il numero degli incidenti dovuti alla perdita di controllo del veicolo. Nelle rotatorie a singola corsia con forte presenza pedonale, i raggi di uscita (R_3) possono essere ridotti al minimo (uguali o leggermente più grandi di R_2) in modo da limitare le velocità dei veicoli che escono dalla corona giratoria.
Il raggio R_4 deve essere scelto in modo da assicurare una differenza di velocità, tra un veicolo che s'immette ed uno che circola, non superiore a 20 km/h. Generalmente, R_4 può essere determinato aggiungendo 1,5 m al raggio dell'isola centrale. In virtù di tale assunto, la tabella a fianco mostra i valori approssimativi di R_4 ed i corrispondenti valori massimi di R_1.
Il raggio R_5 può essere valutato in modo simile al raggio R_1, ma con riferimento ad una velocità di progetto minore di quella della rotatoria e non eccedente più di 20 km/h quella associata al raggio R_4.

Diametro della corona giratoria	Valori approssimativi di R_4		Valori massimi di R_1	
	Raggio (m)	Velocità (Km/h)	Raggio (m)	Velocità (Km/h)
Rotatoria a singola corsia				
30	11	21	54	41
35	13	23	61	43
40	16	25	69	45
45	19	26	73	46
Rotatoria a doppia corsia				
45	15	24	65	44
50	17	25	69	45
55	20	27	78	47
60	23	28	83	48
65	25	29	88	49
70	28	30	93	50

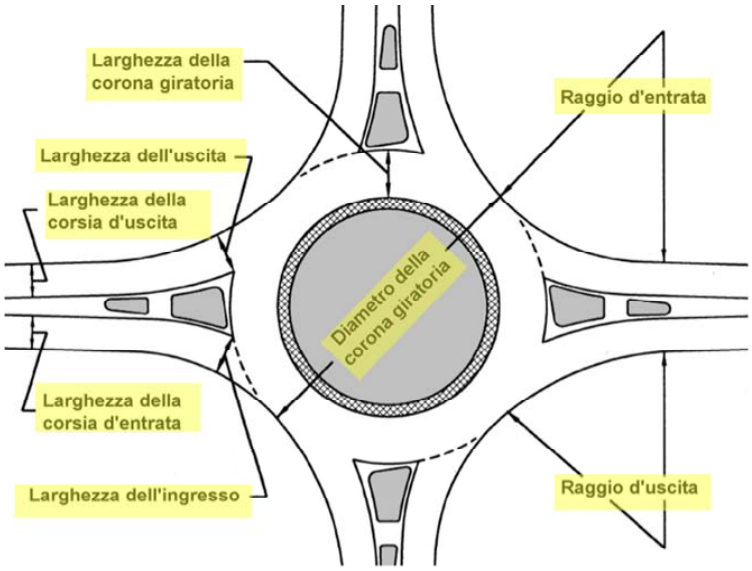
COERENZA CINEMATICA DELLE TRAIETTORIE

Il criterio indicato dal D.M. 19/04/06 per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento. Per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, infatti, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale.

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β. Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β, bisogna aggiungere al raggio di entrata R_{e2} un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45°.



ELEMENTI PLANIMETRICI



NUMERO E DISPOSIZIONE DEI BRACCI

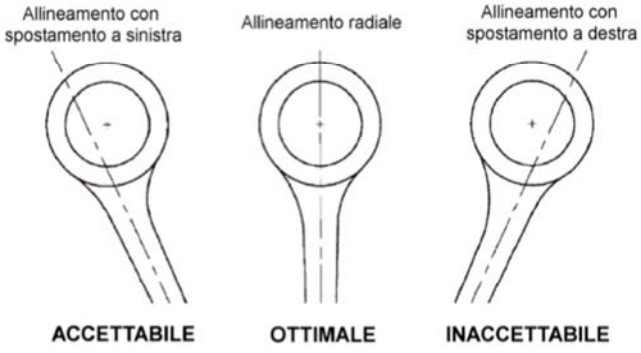
Si consiglia una disposizione dei rami orientati verso il centro dell'isola centrale, e formanti tra loro angoli prossimi a 90°; qualora non fosse possibile ottenere questo valore angolare sarebbe opportuno, in ogni caso, non scendere al di sotto dei 30°. Nel caso di un angolo inferiore ai 30° tra due rami consecutivi, sarà opportuno deviare uno dei due riconducendolo ad un'angolazione maggiormente pertinente.

Il numero ideale di rami è pari quattro. Si possono adottare soluzioni poli-ramo, ma non si dovrebbero superare i 6 bracci in quanto si verrebbe a creare una certa confusione negli utenti, soprattutto nell'esecuzione delle manovre di uscita.

NUMERO E DISPOSIZIONE DEI BRACCI

La disposizione dell'isola centrale è ottimale quando tutti gli assi dei rami sono disposti radialmente (velocità ridotte in entrata, attraversamento ed uscita).

Se tale allineamento non fosse possibile, i rami dovrebbero essere spostati leggermente a sinistra (curvatura maggiore in entrata, adeguata a limitare la velocità).



Non è accettabile che l'allineamento sia spostato più a destra del punto centrale della rotatoria (inclinazione del ramo con angolo ridotto; curvatura in entrata, non più adeguata a controllare le velocità degli utenti con conseguente rischio di incidenti dovuti alla perdita di controllo del veicolo).

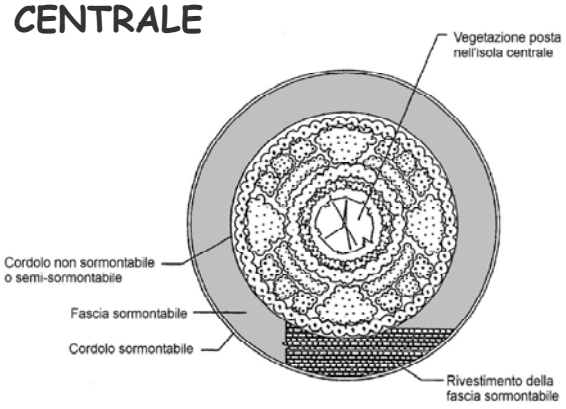
CORONA GIRATORIA

La larghezza della corona giratoria in base alla Normativa italiana (D.M. 19/4/2006) deve essere sempre organizzata su una sola corsia di larghezza pari a:

- 6 metri per rotatorie con *ingressi ad una corsia* e con diametro della corona giratoria maggiore o uguale a 40 metri;
- 7 metri per rotatorie con *ingressi ad una corsia* e con diametro della corona giratoria compreso tra 25 e 40 metri;
- 7/8 metri per rotatorie con *ingressi ad una corsia* e con diametro della corona giratoria compreso tra 14 e 25 metri;
- 9 metri per rotatorie con *ingressi a due corsie* e con diametro della corona giratoria maggiore o uguale a 40 metri;
- 8,5/9,0 metri per rotatorie con *ingressi a due corsie* e con diametro della corona giratoria minore di 40 metri.

ISOLA CENTRALE

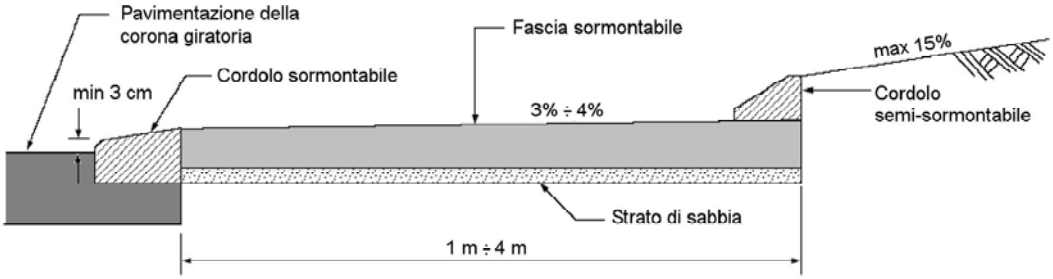
Le rotatorie con isole centrali rialzate, sono meglio percepite dal guidatore a differenza di quelle ribassate: basterà un'altezza di 0,6 m (su rotatorie più ampie, tale altezza può essere più elevata). Questa altezza è misurata dal bordo più alto della corona giratoria fino alla parte superiore dell'isola centrale. Sulle rotatorie piccole (con un diametro dell'isola centrale inferiore a 20-25 m), a causa delle limitazioni dovute alla visibilità, non è possibile avere un'isola centrale rialzata; in questo caso, di solito, è possibile elevare la rotatoria a 0,2 m di altezza e coprire l'isola centrale con erba o bassi cespugli).



La vegetazione interna all'isola centrale deve, in ogni caso, ricadere al di fuori dei triangoli di visibilità, e, per meglio garantire la corretta percezione dell'isola centrale, dovrebbe essere diversa dalla vegetazione esterna alla rotatoria.

ISOLA CENTRALE

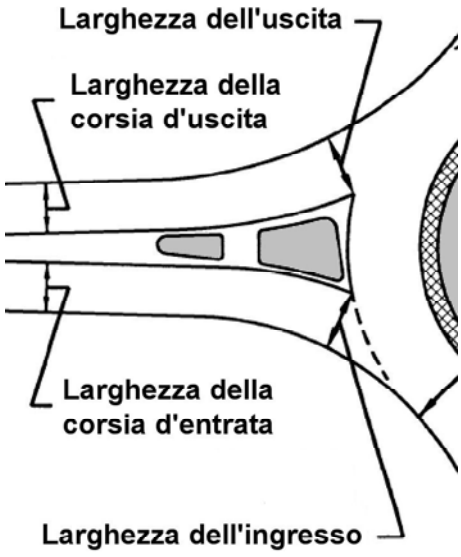
La **fascia sormontabile** fornisce un'area pavimentata aggiuntiva, consentendo l'installazione della rotatoria in posti sfavorevoli topograficamente (dove non sarebbe possibile espandere la corona giratoria oltre un certo limite). Inoltre, questa fascia garantisce il transito dei veicoli con rimorchio senza intralciare le manovre dei veicoli più piccoli. Ha dimensioni che vanno da 1 m a 4 m di larghezza e una pendenza trasversale tra il 3% e il 4%, per permettere il deflusso delle acque piovane e limitare gli eventuali spostamenti dei carichi posti sui rimorchi dei mezzi pesanti.



INGRESSI

Come si evince dalla figura, la larghezza di un ingresso viene individuata dal segmento che, partendo dal vertice destro dell'isola divisionale (pseudo-triangolare) viene condotto ortogonalmente al bordo destro della corsia di entrata.

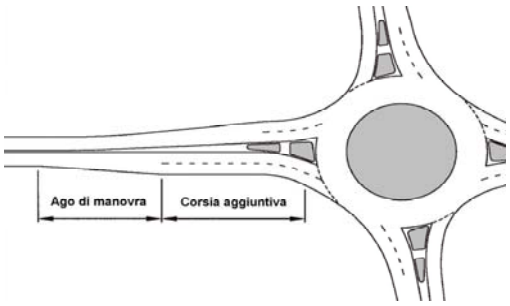
Per la larghezza di un'entrata a singola corsia la normativa italiana (D.M.19/04/06) impone un valore di **3,50 m.**



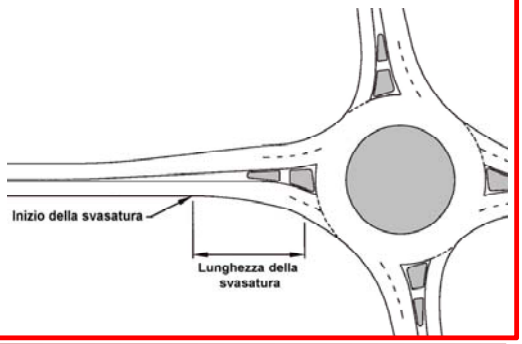
INGRESSI

Se fosse necessario un allargamento dell'ingresso, per incrementare le prestazioni offerte dalla rotatoria in termini di capacità, si può intervenire in due modi:

1) aggiungendo una corsia completa a monte. Si avrebbe una configurazione dell'entrata con due corsie parallele di pari ampiezza, per una larghezza totale (D.M. 19/04/06) di 6,0 m.



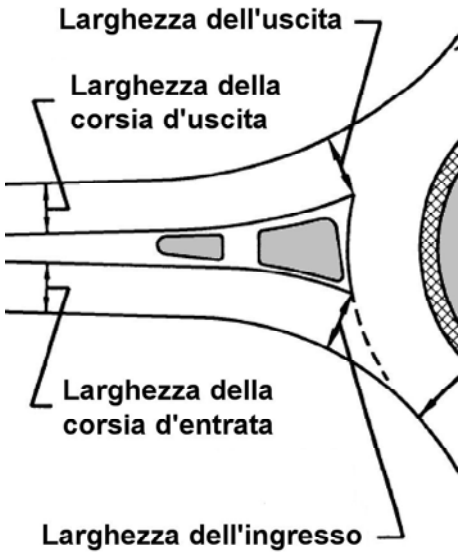
2) creando una svasatura che si sviluppa gradualmente. Si consigliano lunghezze minime di 25 m e di 40 m, rispettivamente per le rotatorie urbane e per quelle extraurbane.



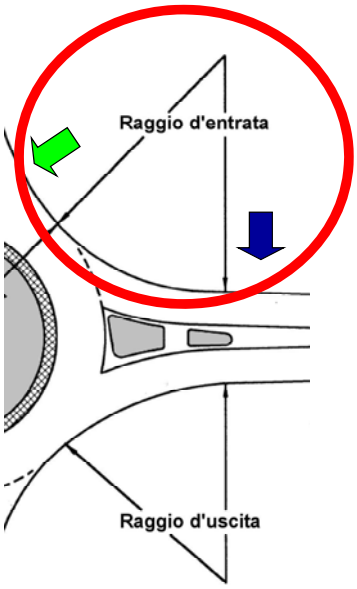
USCITE

La figura illustra come la larghezza dell'uscita debba essere computata a partire dal vertice sinistro dell'isola pseudo-triangolare, conducendo un segmento perpendicolare al bordo destro della corsia di uscita.

L'ampiezza delle uscite, da realizzare sempre a una corsia (D.M.19/04/06), si deve porre pari a 4 m (per valori del diametro esterno inferiori a 25 m) o a 4,5 m (per corone di diametro superiore o uguale a 25 m).



CURVE D'ENTRATA



La figura mostra come la curva d'entrata sia formata da una o più curve di ciglio, utili a raccordare i rami di ingresso con la corona giratoria.

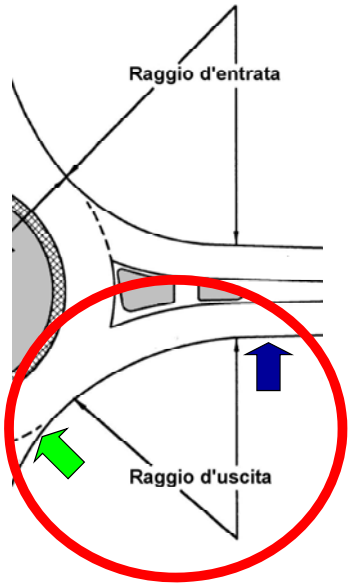
L'adozione di un raggio elevato produce effetti tra loro contrastanti: da un lato, infatti, migliorano le prestazioni operative, dall'altro, si generano velocità di entrata elevate con conseguente aumento della probabilità di collisione tra i veicoli entranti e quelli circolanti.

CURVE D'ENTRATA

Si consiglia per le **rotatorie urbane**, di adottare raggi di immissione compresi **tra 10 m e 30 m**. Raggi più grandi possono essere impiegati a patto da garantire velocità moderate in ingresso. Per le strade urbane locali in cui non è ammessa la circolazione di mezzi pesanti, si possono utilizzare raggi minori di 10 m.

Per le **rotatorie** in ambito extraurbano, si consigliano raggi minimi d'entrata tra **15 m e 20 m**. L'adozione di raggi maggiori è subordinata alla verifica della differenza di velocità tra i rami d'approccio e i tratti d'ingresso. Se tale differenza fosse maggiore di 20 km/h, si dovrebbero prevedere accorgimenti mirati alla riduzione della velocità dei veicoli sui rami già prima del tratto curvilineo di immissione. Un metodo per ottenere tale riduzione di velocità è costituito dall'impiego di una **serie di curve consecutive** a curvatura opposta sui bracci della rotatoria, prima del tratto curvilineo d'entrata.

CURVE D'USCITA



A differenza delle curve d'entrata, progettate per rallentare i veicoli, le curve d'uscita devono favorire il rapido smaltimento del traffico veicolare che intende abbandonare la corona giratoria.

La curva di uscita dovrebbe avere un raggio maggiore sia della curva d'ingresso che della corona giratoria. Se tale raggio fosse minore di quello dell'anello, si andrebbe a sfavore di sicurezza.

Occorre, poi, che le velocità di uscita non siano eccessive (raggi troppo ampi), al fine di preservare il flusso pedonale che utilizza gli attraversamenti eventualmente presenti a valle della zona di uscita.

CURVE D'USCITA

In ambito urbano, le curve d'uscita dovrebbero essere percorse con una velocità inferiore a 40 km/h (al fine di aumentare il livello di sicurezza pedonale). I raggi da adottare non devono essere inferiori a 15 m. In caso di grossi flussi pedonali e di bassi flussi di mezzi pesanti, si possono adottare raggi inferiori a 10 m.

In ambienti extraurbani (scarsa presenza del traffico pedonale), la curva di uscita può essere progettata con raggi più elevati (25 m ÷ 30 m); in tal modo i veicoli possono abbandonare rapidamente la corona ed accelerare fino alla velocità di progetto.

ISOLE DIVISIONALI

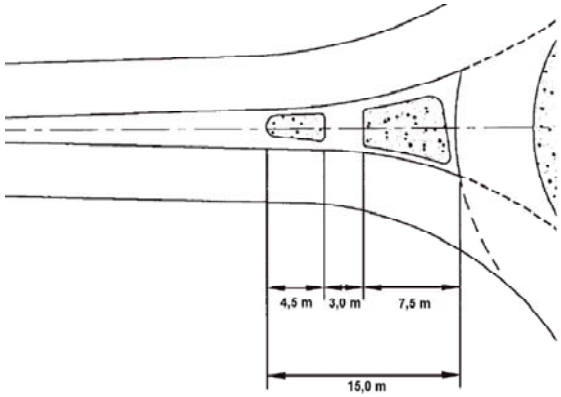
Le isole divisionali devono essere realizzate su tutti i rami delle rotatorie, escluse quelle con diametri molto piccoli perché si creerebbe un'ostruzione visiva verso l'isola centrale.

Gli scopi di queste isole sono:
- favorire l'individuazione della rotatoria;
- ridurre la velocità dei veicoli in ingresso;
- fornire lo spazio per una decelerazione graduale;
- separare l'entrata dall'uscita ed evitare manovre errate;
- controllare la deviazione in entrata e in uscita;
- costituire un rifugio per i pedoni;
- permettere l'installazione della segnaletica verticale.

ISOLE DIVISIONALI

Un'isola divisionale ha una forma pseudo-triangolare; la lunghezza complessiva dovrebbe essere almeno 15 m, per offrire adeguata protezione ai pedoni e da essere percepibile per gli utenti in ingresso. Essa, inoltre, dovrebbe estendersi oltre la fine della curva di uscita, per evitare ai veicoli che escono dall'anello conflitti con quelli in ingresso.

Dovrebbero essere sgombre da qualunque oggetto (elementi d'arredo o segnaletica superflua) che possa costituire un ostacolo alla visuale degli utenti.

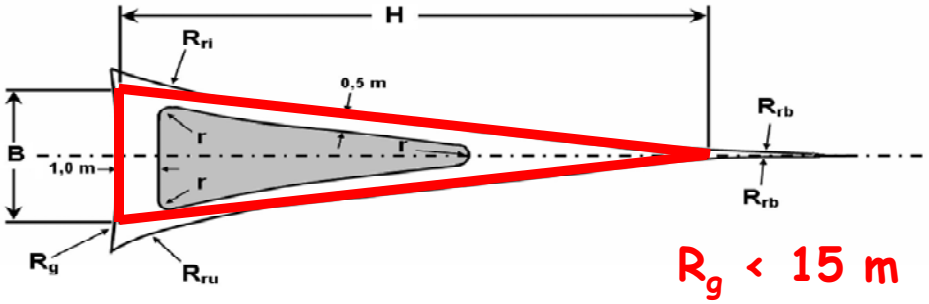


Le superfici delle isole dovrebbero preferibilmente essere di colore chiaro e creare un ottimo contrasto (di giorno come di notte) con la superficie stradale.

ISOLE DIVISIONALI

I bordi delle isole materializzate dovrebbero essere resi ancor più visibili tramite l'inserzione di elementi catarifrangenti.

Per il tracciamento di un'isola divisionale si parte dal posizionamento del cosiddetto triangolo di costruzione, avente altezza (H) pari al raggio della corona giratoria (R_g) e base (B) uguale a un quarto del raggio medesimo.

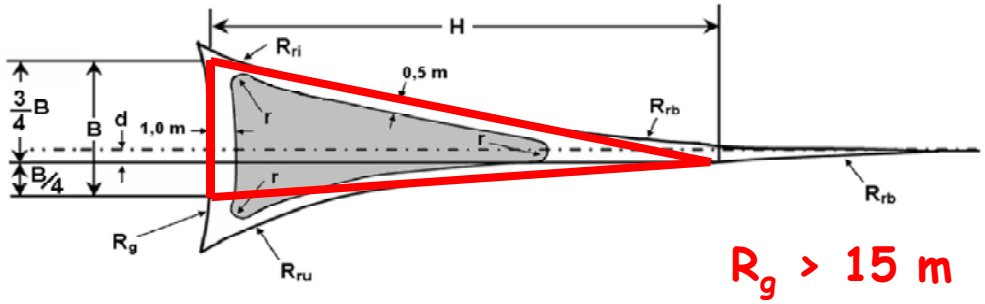


LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

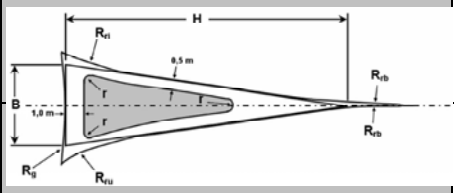
ISOLE DIVISIONALI

I bordi delle isole materializzate dovrebbero essere resi ancor più visibili tramite l'inserzione di elementi catarifrangenti.

Per il tracciamento di un'isola divisionale si parte dal posizionamento del cosiddetto triangolo di costruzione, avente altezza (H) pari al raggio della corona giratoria (R_g) e base (B) uguale a un quarto del raggio medesimo.



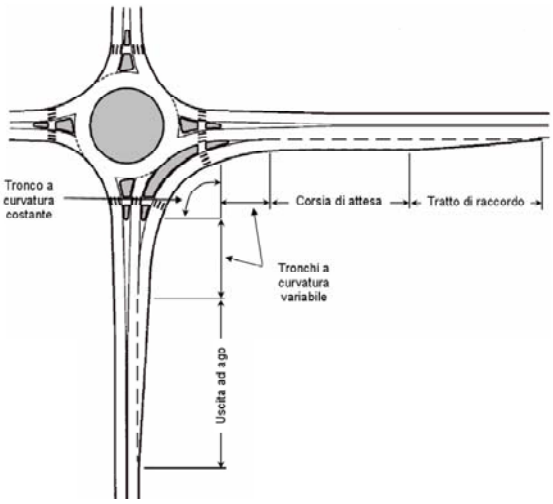
ISOLE DIVISIONALI

	Simbolo	Espressione di calcolo	Valori (metri)			
Raggio della corona giratoria	R_g		R_g < 15	R_g = 15	R_g = 20	R_g = 25
Altezza del triangolo di costruzione	H	H = R_g	12÷15	15	20	25
Base del triangolo di costruzione	B	B = R_g / 4	3÷3,75	3,75	5,00	6,25
Sfalsamento dell'asse del triangolo di costruzione	d	d = (0,5 + R_g/50)/2 oppure 0	0	0,40	0,45	0,50
Raggio di raccordo dell'isola materializzata	r	r = R_g / 50	0,25	0,30	0,40	0,50
Raggio di raccordo dell'isola con la corona giratoria (in prossimità dell'ingresso)	R_{ri}	R_{ri} = R_i + L_i R_i = raggio d'ingresso L_i = larghezza dell'entrata				
Raggio di raccordo dell'isola con la corona giratoria (in prossimità dell'uscita)	R_{ru}	R_{ru} = R_u + L_u R_u = raggio d'uscita L_u = larghezza dell'uscita				
Raggio di raccordo dell'isola con l'asse del braccio	R_{rb}	R_{rb} = 4 R_g				

CORSIE DEDICATE PER LA SVOLTA A DESTRA

Le corsie dedicate per le svolte a destra rappresentano un accorgimento progettuale che **snatura** il meccanismo di funzionamento delle rotatorie. Esse dovrebbero essere adottate solo nei casi in cui, per effetto di notevoli flussi veicolari in svolta a destra, si creano, sulla rotatoria, gravi fenomeni di congestione in molte ore del giorno.

Le corsie dedicate per la svolta a destra dovrebbero essere **sempre evitate**, specialmente in aree urbane con forte traffico pedonale e ciclistico: tali corsie, infatti, possono aumentare i conflitti tra veicoli e ciclisti, e peggiorano la leggibilità dell'incrocio.



ACCORGIMENTI PROGETTUALI A FAVORE DELLA MOBILITÀ PEDONALE

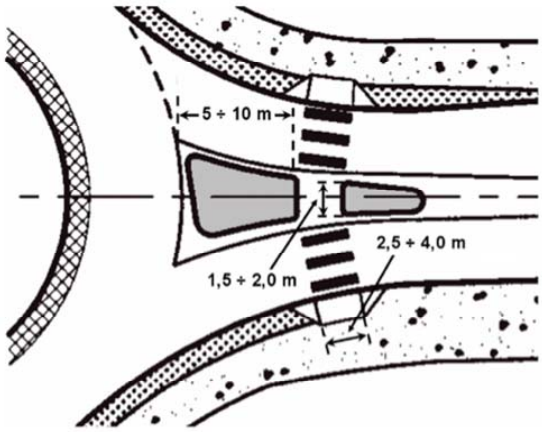
Nella pianificazione e nel progetto delle rotatorie, bisogna analizzare attentamente il movimento dei pedoni. Questi non possono attraversare la corona giratoria, ma devono attraversare una direzione del traffico alla volta utilizzando le isole divisionali; a tal fine è opportuno utilizzare degli ostacoli appropriati lungo i bordi (archetti, catene ecc.) in modo da dissuadere il pedone ad intraprendere percorsi non previsti e potenzialmente pericolosi.

In merito alla progettazione di interventi a favore della mobilità pedonale, osserviamo innanzitutto che, come prescritto dal Codice della Strada, la larghezza di un attraversamento non deve essere inferiore a 2,50 metri nelle aree urbane e 4,00 metri nelle aree extraurbane.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

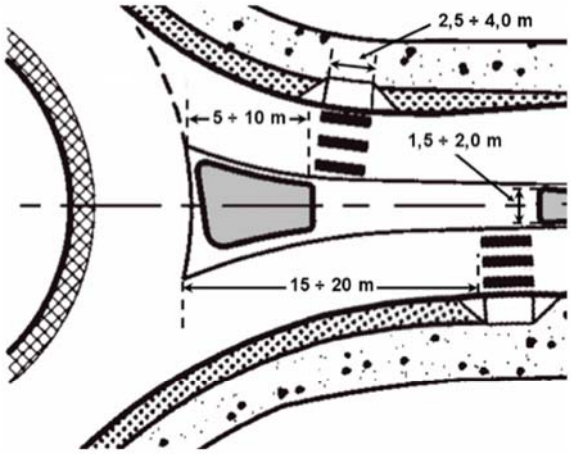
ACCORGIMENTI PROGETTUALI A FAVORE DELLA MOBILITÀ PEDONALE

La migliore soluzione, consiste nell'arretrare l'attraversamento dello spazio occupato da 1 o 2 vetture (da 5 a 10 metri) rispetto alla linea di fermata, in modo che i pedoni possono passare dietro alle vetture in attesa di inserirsi nella corona. Tramite l'analogo arretramento nel ramo di uscita (attraversamento in linea) il veicolo in uscita può fermarsi fuori dalla corona giratoria.



ACCORGIMENTI PROGETTUALI A FAVORE DELLA MOBILITÀ PEDONALE

È consigliabile che le due serie di strisce pedonali (sui rami d'entrata e di uscita), siano sfalsate di alcuni metri tra loro. L'attraversamento del ramo di uscita dovrà essere distante dall'anello di 3 o 4 vetture, ovvero circa 15 o 20 metri, al fine sia di far diminuire il rischio di collisione tra veicoli in uscita e pedoni, che di ridurre la probabilità di ritardo dei veicoli, e quindi la possibile formazione della coda all'interno della rotatoria.



SOLUZIONI PROGETTUALI PER LA MOBILITÀ CICLISTICA

Provvedimenti specifici per la mobilità ciclistica non sono generalmente richiesti nelle rotatorie con una sola corsia dove le velocità operative sono inferiori a 50 km/h.

La necessità di accorgimenti progettuali ad hoc si manifesta, invece, nei seguenti casi:

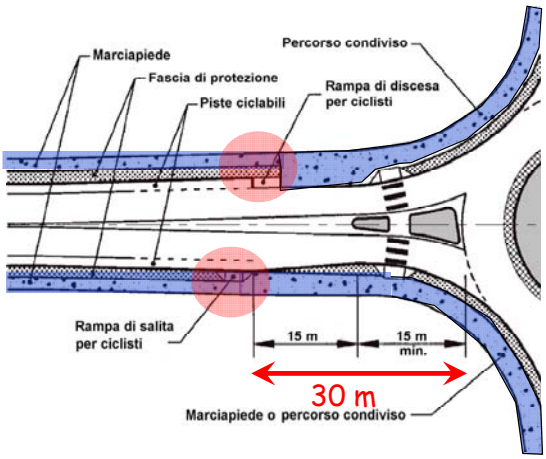
- **quando le portate veicolari in ingresso superano le 10.000 unità al giorno;**
- **sulle rotatorie con più corsie;**
- **se le velocità operative sono maggiori di 50 km/h.**

SOLUZIONI PROGETTUALI PER LA MOBILITÀ CICLISTICA

Si devono realizzare apposite piste ciclabili che dai rami si collegano alle banchine della corona giratoria, in modo tale da separarsi dal traffico veicolare. Queste corsie devono **interrompersi 30 m a monte** della linea di entrata per consentire la separazione dai veicoli.

Occorre poi un **marciapiede** allargato e fisicamente separato dalla corona giratoria, condiviso da ciclisti e pedoni.

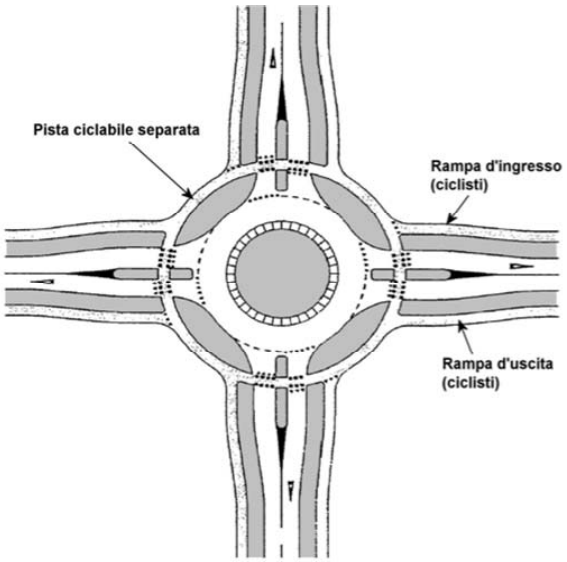
Si devono anche prevedere **rampe** o altri tipi di collegamento tra il marciapiede e le piste ciclabili realizzate sui bordi dei bracci.



SOLUZIONI PROGETTUALI PER LA MOBILITÀ CICLISTICA

Un altro possibile intervento, consiste nella realizzazione di piste ciclabili separate dalla carreggiata stradale.

Nell'**esempio** in figura, le biciclette possono percorrere interamente l'anello ciclabile senza fermarsi, in quanto hanno diritto di precedenza. È consigliabile prevedere una distanza di almeno **5 m** tra l'anello della corsia ciclabile e il bordo esterno della corona giratoria.



REGOLAMENTAZIONE DEI PARCHEGGI E DELLE FERMATE DEGLI AUTOBUS

Parcheggiare o fermarsi nella corona giratoria dovrebbe essere vietato perché crea intralcio alla circolazione con possibilità d'incidenti.

Anche il posteggio dei veicoli sulle entrate e sulle uscite dovrebbe essere vietato, in modo tale da non impedire alcune manovre e non limitare la visibilità ai pedoni.

Si consiglia, pertanto, di posizionare le corsie (o aree) di parcheggio, opportunamente delimitate a mezzo della segnaletica orizzontale, ad una distanza di almeno 6 m dall'attraversamento pedonale di un'intersezione.

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

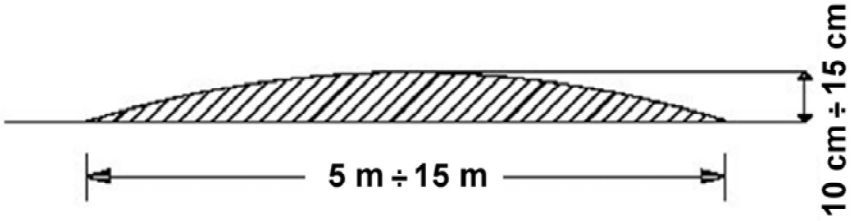
REGOLAMENTAZIONE DEI PARCHEGGI E DELLE FERMATE DEGLI AUTOBUS

Anche le fermate dei bus devono essere situate lontano dalle entrate e dalle uscite e mai nella corona giratoria. In particolare si possono prevedere le due seguenti ubicazioni delle fermate:

- **fermate in entrata: la fermata deve essere ubicata lontano dal bordo della corona, per permettere il sorpasso da parte di un veicolo quando il bus è fermo;**
- **fermate in uscita: le fermate devono essere posizionate a una distanza sufficiente dal bordo della corona, affinché non si vengano a creare code che possano occupare la corona giratoria. Inoltre, queste fermate devono essere situate oltre le strisce pedonali, per migliorare la visibilità e la percezione dei veicoli in uscita da parte dei pedoni.**

MINI ROTATORIE

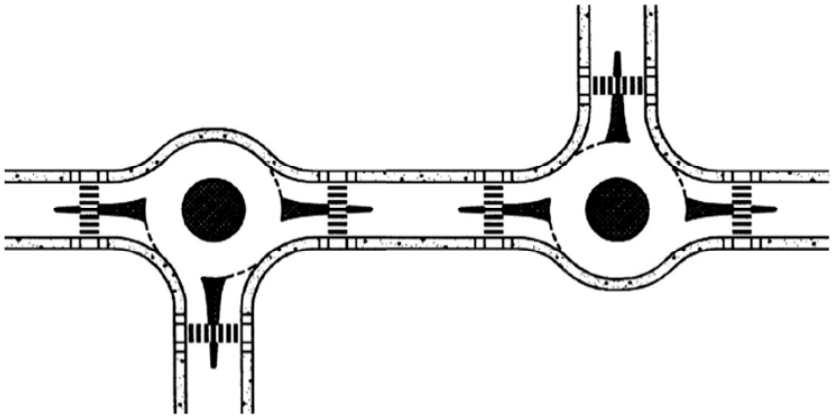
La sopraelevazione dell'isola centrale, al centro, é limitata a 15 cm. In presenza di autobus circolanti sopra l'isola, questa non dovrà superare i 12 cm.



È importante che ci sia un buon contrasto (colore, materiali) fra la carreggiata e l'isola centrale, sia di giorno che di notte. Per tale motivo, sono da preferire le isole bianche, se é possibile catarifrangenti, le isole pavimentate o di altro colore ben contrastato (chiaro).

MINI ROTATORIE

Quando due bracci secondari sono distanti qualche decina di metri (per esempio due incroci a "T" ravvicinati), é possibile realizzare una doppia mini rotatoria. Questa soluzione progettuale viene anche definita "disposizione a baionetta".



MINI ROTATORIE

In tale caso devono essere rispettate le seguenti condizioni:

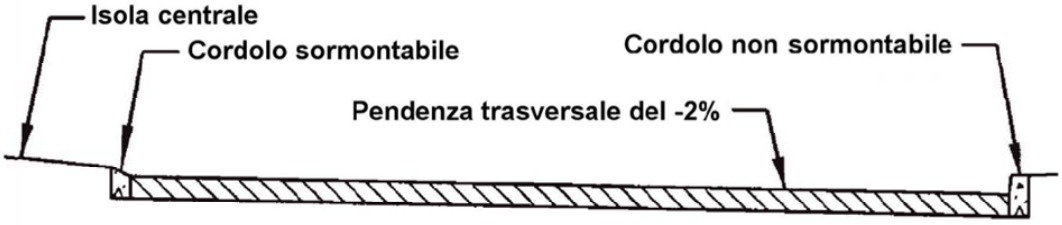
- **limitazione dell'utilizzo dell'itinerario per i trasporti collettivi e mezzi pesanti la cui presenza dovrà essere episodica;**
- **i bordi esterni delle rotatorie non devono sovrapporsi, né essere tangenti;**
- **le rotatorie devono essere centrate rispetto all'asse principale, altrimenti é necessario flettere la traiettoria di entrata per evitare che sia tangente;**
- **la distanza fra due rotatorie deve essere sufficiente per lo smaltimento dei veicoli in attesa nella sezione intermedia; questa si calcola in funzione del traffico: 5 m (minimo) se si hanno solo autovetture, 12 m in presenza di mezzi pesanti e/o ingombranti.**

PENDENZA TRASVERSALE DELLA CORONA

La pendenza trasversale della corona giratoria deve essere almeno del 2,00% in discesa verso il bordo esterno. Questa tecnica di inclinare verso l'esterno è consigliata per quattro ragioni principali:

- **migliora la visibilità dell'isola centrale;**
- **favorisce la riduzione di velocità sulla corona giratoria;**
- **minimizza le interruzioni delle pendenze trasversali nelle corsie di entrata e di uscita;**
- **permette il drenaggio delle acque piovane e il loro allontanamento dalla rotatoria.**

CORONA GIRATORIA PROVVISTA DI FASCIA SORMONTABILE



PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Il D.M. 19/04/2006 afferma che "per sistemazioni con circolazione rotatoria, che non rientrano nelle tipologie su esposte, il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi".

Un'interpretazione ragionevole di quest'ultimo passaggio della Norma, porta a ritenere che debbano essere definite "sistemazioni con circolazione rotatoria" tutti quegli schemi di incrocio rientranti nelle due seguenti categorie:

- **le rotatorie circolari di grandi dimensioni, cioè quelle con diametro maggiore di 50 m;**
- **tutte quelle configurazioni di incrocio a raso che, pur garantendo una circolazione rotatoria, presentano forme non circolari (ellittiche, allungate, a clessidra, ecc.).**

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Il D.M. 19/4/2006, al paragrafo 5, afferma che "per le manovre di immissione e di scambio, la lunghezza delle corsie specializzate deve essere determinata secondo procedure basate sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, su ciascuna corsia".

I tronchi di scambio che definiscono la geometria complessiva delle "sistemazioni con circolazione rotatoria", pertanto, devono avere una lunghezza da determinare tramite l'applicazione di metodologie basate sull'approccio probabilistico ai problemi del deflusso veicolare.

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Le zone di scambio, per funzionare correttamente, devono garantire a due correnti veicolari che marciano nella stessa direzione di incrociarsi reciprocamente nello spazio della carreggiata. Dall'analisi dello schema classico di zona di scambio a 3 corsie, riportato nel D.M. 19/4/2006, si evincono i quattro flussi di traffico entranti in gioco: due che non scambiano e che proseguono senza cambiare corsia (Q_{ns1}, Q_{ns2}), e due che sono costretti a deviare dalla propria corrente di origine e ad attraversarsi reciprocamente per inserirsi nel flusso di traffico parallelo (Q_{s1}, Q_{s2}).

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Un concetto basilare introdotto per lo studio dei tronchi di scambio nel caso di rotatorie è quello della portata veicolare virtuale (Q_v). Con riferimento al tronco di scambio a due corsie rappresentato nella figura, si deve notare che ciascuno dei flussi scambianti (Q_{s1} e Q_{s2}), nella ricerca dell'intervallo spazio-temporale di immissione (intervallo critico) all'interno della rispettiva corrente parallela (Q_{ns2} e Q_{ns1}) potrebbe subire i condizionamenti dei veicoli che, dualmente, intendono eseguire la manovra di scambio (ad es. il flusso Q_{s1} per potersi inserire nella corrente Q_{ns2}, potrebbe venire disturbato dal flusso Q_{s2} che si accinge, in maniera analoga, ad effettuare lo scambio).

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Al fine di tener conto di tali condizionamenti, si è pensato di introdurre una portata veicolare virtuale, costituita dal flusso che non scambia più una quota parte del flusso che, muovendosi nella stessa direzione del flusso che non scambia, intende eseguire la manovra di scambio.

Si definiscono così le due seguenti portate virtuali (Q_{v1}, Q_{v2}):

$$Q_{v1} = Q_{ns1} + K \cdot Q_{s1}$$

$$Q_{v2} = Q_{ns2} + K \cdot Q_{s2}$$

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Si propone che il fattore K, riportato nelle due espressioni precedenti, assuma il valore di 0,5. Si osservi infatti che il flusso in immissione sulla corrente veicolare non scambiante avrà la massima probabilità di vedersi impedito l'accesso all'interno di tale corrente di traffico nella prima parte della zona di scambio, mentre la minima probabilità che tale impedimento si verifichi si manifesterà nell'ultima parte del tronco di scambio (quando, cioè, è presumibile che gran parte del flusso di scambio in opposizione abbia già completato la manovra). Si ritiene ragionevole, dunque, quantificare l'influenza reciproca dei flussi che scambiano come la metà del valore numerico della portata veicolare.

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Per la caratterizzazione probabilistica della lunghezza di scambio, bisogna considerare che il presentarsi dell'intervallo critico (T) è, in ogni caso, un evento aleatorio, fortemente condizionato dalla velocità media di scambio (V_{ms}).

In funzione della velocità media di scambio, si può definire il livello di qualità che si intende garantire sul tronco di scambio. In particolare, sono stati definiti i quattro seguenti livelli di qualità, connessi alla fluidità delle manovre di scambio:

- livello di qualità scadente dello scambio: V_{ms} = 20 km/h;
- livello di qualità sufficiente dello scambio: V_{ms} = 30 km/h;
- livello di qualità buono dello scambio: V_{ms} = 40 km/h;
- livello di qualità ottimo dello scambio: V_{ms} = 50 km/h.

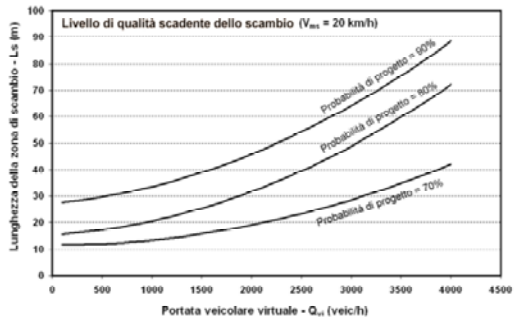
PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

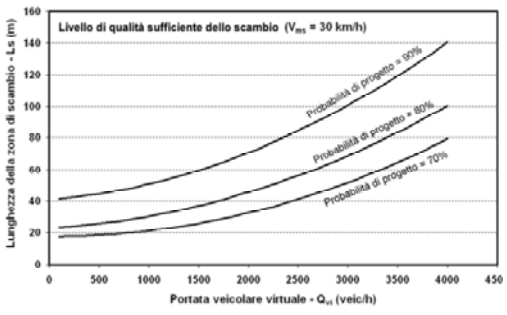
Un'altra scelta che spetta al progettista è quella della probabilità di progetto cioè la probabilità di trovare il varco libero all'interno del flusso flusso veicolare che transita nella corsia entro cui ci si deve immettere. La scelta di tale probabilità determina la valutazione numerica della lunghezza del tronco di scambio. È consigliabile l'adozione di una probabilità abbastanza elevata, in genere il 90%. Non bisogna però escludere la possibilità, in presenza di situazioni specifiche (essenzialmente dettate da vincoli spaziali), di adottare dimensioni della lunghezza di scambio associate a probabilità inferiori (si consiglia, in ogni caso, di non scendere mai al disotto del 70%).

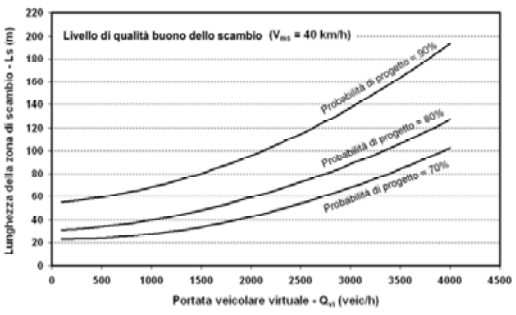
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

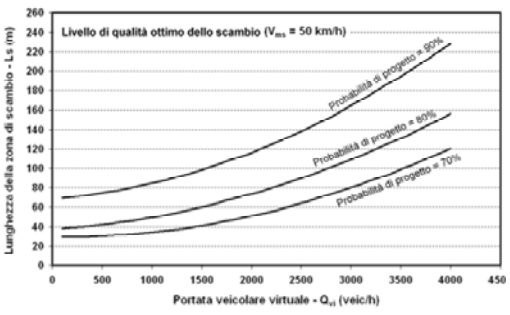
PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

Esistono i seguenti abachi di progetto:









PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI

In definitiva, la procedura per il dimensionamento dei tronchi di scambio nelle rotatorie convenzionali può essere sintetizzata tramite i 4 step di seguito riportati:

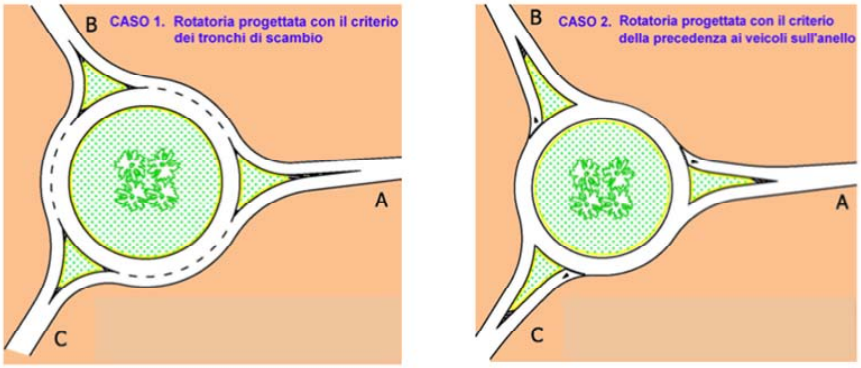
1) individuazione dei tronchi di scambio presenti nella rotatoria e valutazione, per ciascuno di essi, delle portate di scambio e di non scambio, nonché delle portate virtuali;

2) scelta del livello di qualità da attribuire allo scambio (scadente, sufficiente, buono, ottimo) e della probabilità di progetto (90%, 80%, 70%);

3) determinazione, per ognuna delle zone di scambio, delle lunghezze di scambio (L_{s1}, L_{s2}) tramite gli abachi;

4) valutazione della lunghezza di scambio $L_{scambio}$, per ognuno dei tronchi di scambio della rotatoria con la relazione seguente: $L_{scambio} = \max(L_{s1}, L_{s2})$.

PROGETTAZIONE DI ROTATORIE NON CONVENZIONALI



Maggiore ingombro per la rotatoria progettata con il criterio dei tronchi di scambio (superficie 1,5 volte maggiore).
Maggiore sicurezza per la rotatoria progettata con il criterio della precedenza ai veicoli sull'anello (punti di conflitto dimezzati, semplicità ed intuitività delle manovre).
Prestazioni operative migliori per la rotatoria progettata con il criterio della precedenza ai veicoli sull'anello.

DISTANZE DI VISIBILITÀ

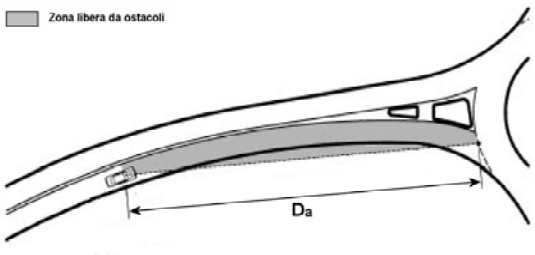
Le manovre di immissione e di attraversamento, tipiche di una rotatoria, per avvenire in sicurezza, richiedono, tra i requisiti fondamentali, l'esistenza di **spazi liberi da ostacoli** che possano invadere il campo visivo del conducente (posto generalmente ad un'altezza dal suolo pari a 1,00 m - 1,10 m).

La verifica dell'adeguatezza delle visuali offerte da una rotatoria può avvenire attraverso **6 criteri di visibilità**:

1) Criterio della visibilità per l'arresto sul ramo d'ingresso
2) Criterio della visibilità a sinistra (o visibilità del quarto di corona)
3) Criterio della visibilità per i veicoli in circolo
4) Criterio delle fasce di rispetto
5) Criterio della visibilità veicolo-pedone
6) Criterio della visibilità pedone-veicolo

DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio della visibilità per l'arresto sul ramo d'ingresso



$$D_a = \frac{v \cdot \tau}{3,6} + \frac{v^2}{2 \cdot 12,96 \cdot g \cdot \left(f(v) \pm \frac{i}{100} \right)}$$

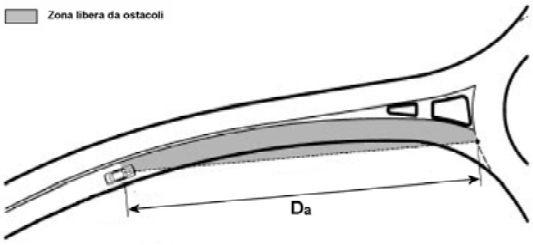
V = velocità degli utenti sul ramo d'ingresso; è pari alla velocità dell'85° percentile nel caso di rotatorie esistenti; si pone uguale alla velocità di progetto nel caso di rotatorie di nuova costruzione (km/h).

i = pendenza longitudinale del ramo d'ingresso, positiva in salita e negativa in discesa (%)

g = accelerazione di gravità (9,8066 m/sec²)

DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio della visibilità per l'arresto sul ramo d'ingresso



$$D_a = \frac{v \cdot \tau}{3{,}6} + \frac{v^2}{2 \cdot 12{,}96 \cdot g \cdot \left(f(v) \pm \frac{i}{100} \right)}$$

τ = tempo di reazione complessivo (percezione, riflessione, attuazione e reazione) pari a:

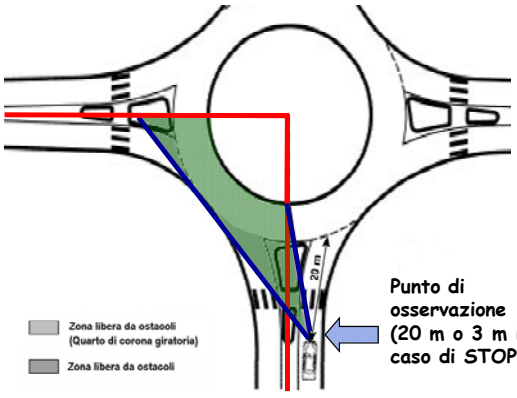
$$\tau = 2{,}8 - 0{,}01 \cdot V \quad \text{(sec)}$$

f(V) = coefficiente di aderenza longitudinale che si ricava per interpolazione, sapendo che vale 0,45 per V = 25 km/h, 0,43 per V = 40 km/h, 0,35 per V=60 km/h, 0,30 per V=80 km/h, 0,25 per V=100 km/h, 0,21 per V=120 km/h

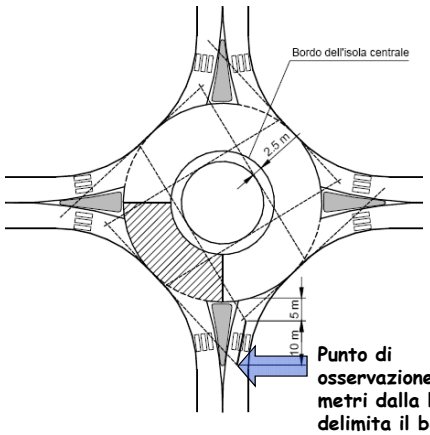
LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio della visibilità a sinistra (o del quarto di corona)



Punto di osservazione (20 m o 3 m in caso di STOP)

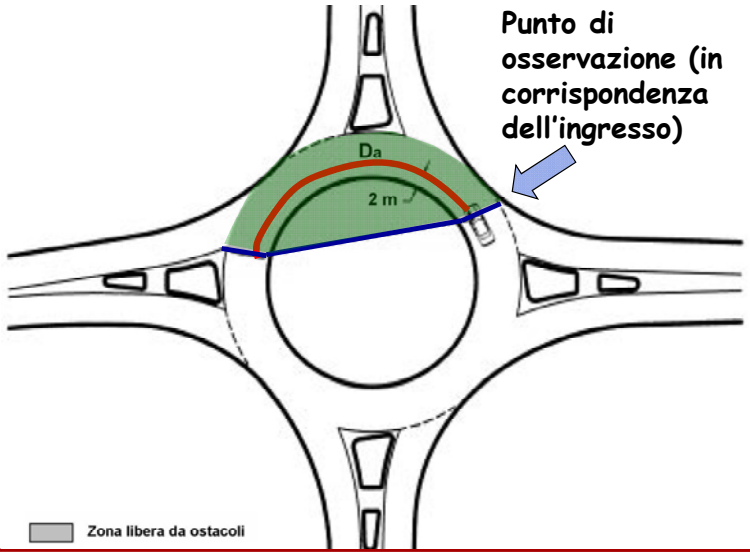


Punto di osservazione a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno della corona giratoria

D.M 19/04/2006

DISTANZE DI VISIBILITÀ

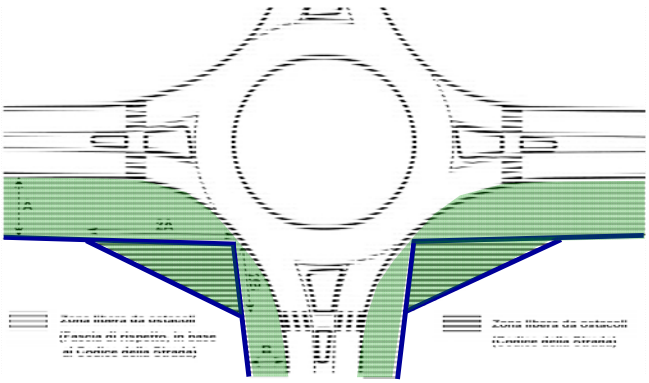
Criterio della visibilità per i veicoli in circolo



DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio delle fasce di rispetto

Il Codice della Strada, impone la presenza di zone libere da ostacoli da identificarsi nelle cosiddette **fasce di rispetto** e in un ulteriore triangolo di visibilità "avente due lati sugli allineamenti delimitanti le fasce di rispetto, la cui lunghezza misurata a partire dal punto d'intersezione degli allineamenti stessi sia pari al doppio delle distanze stabilite dal Regolamento, e il terzo lato costituito dal segmento congiungente i punti estremi".



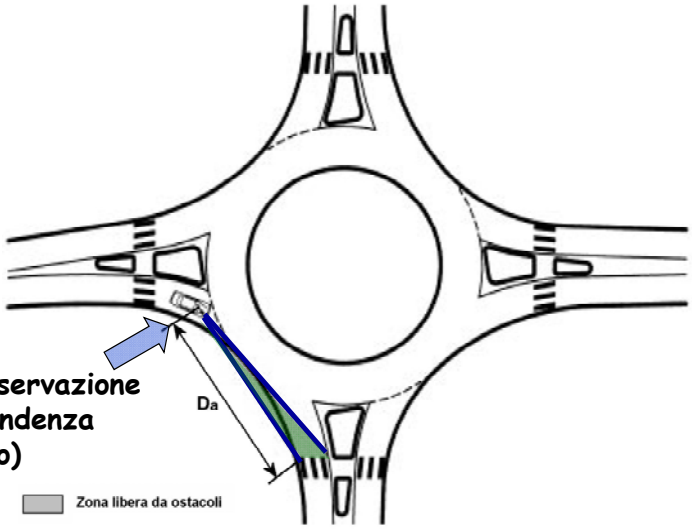
DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio delle fasce di rispetto

	Fascia di rispetto (esterna ai centri abitati)		Fascia di rispetto (interna ai centri abitati)	
Tipologia stradale	Nuovi edifici oppure ricostruzioni	Zone edificabili (Progetto attuativo)	Senza strumento urbanistico	Con strumento urbanistico
C – Strada extraurbana secondaria	30 m	10 m	-	-
E – Strada urbana di quartiere	-	-	20 m	Strumento urbanistico
F – Strada locale	20 m	Strumento urbanistico	10 m	Strumento urbanistico
F – Strada vicinale	10 m	Strumento urbanistico	10 m	Strumento urbanistico

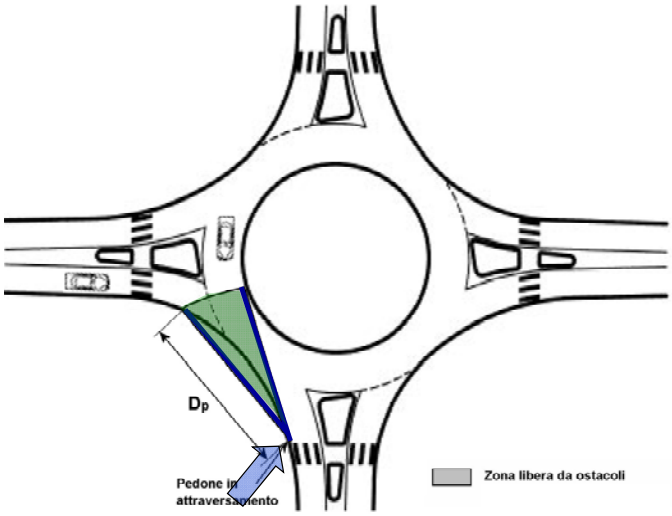
DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio della visibilità veicolo-pedone



DISTANZE DI VISIBILITÀ

Criterio della visibilità pedone-veicolo

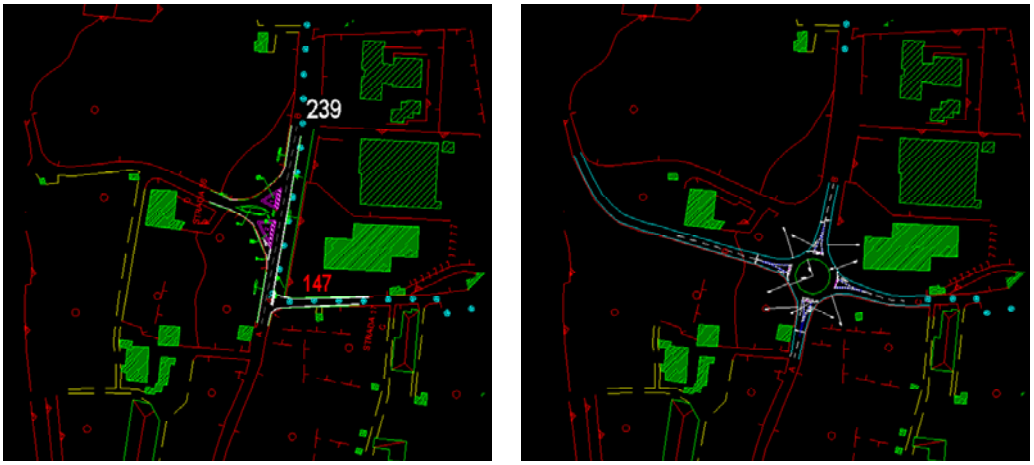


$$D_p = \frac{V}{V_p} \cdot L_p$$

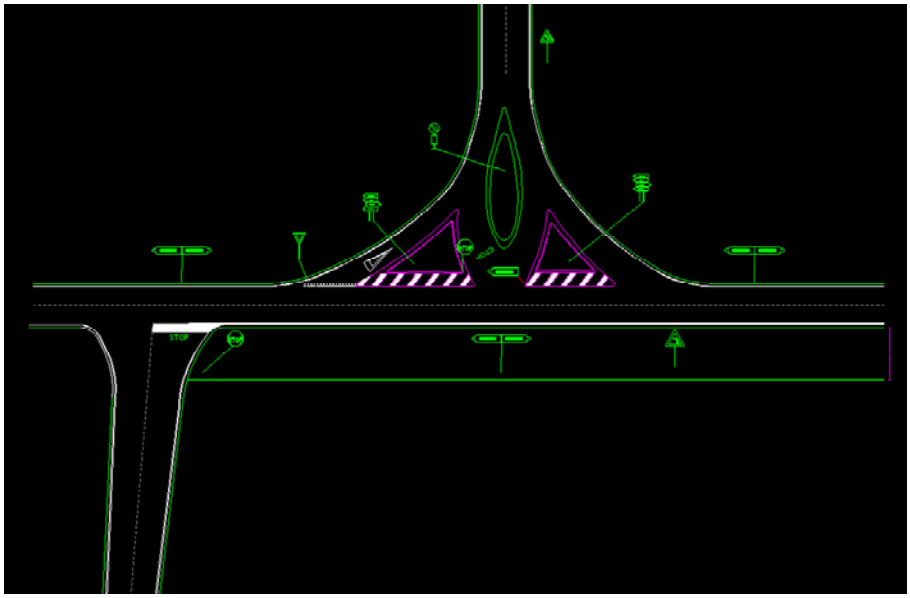
- D_p = Distanza di visibilità pedone-veicolo (m);
- V = Velocità dei veicoli in circolo o sul ramo immediatamente a sinistra dell'attraversamento (km/h);
- V_p = Velocità dei pedoni (km/h). Valori consigliati: 3,5 ÷ 4,0 km/h;
- L_p = Lunghezza in metri dell'attraversamento pedonale.

CASI STUDIO

CASO STUDIO 1

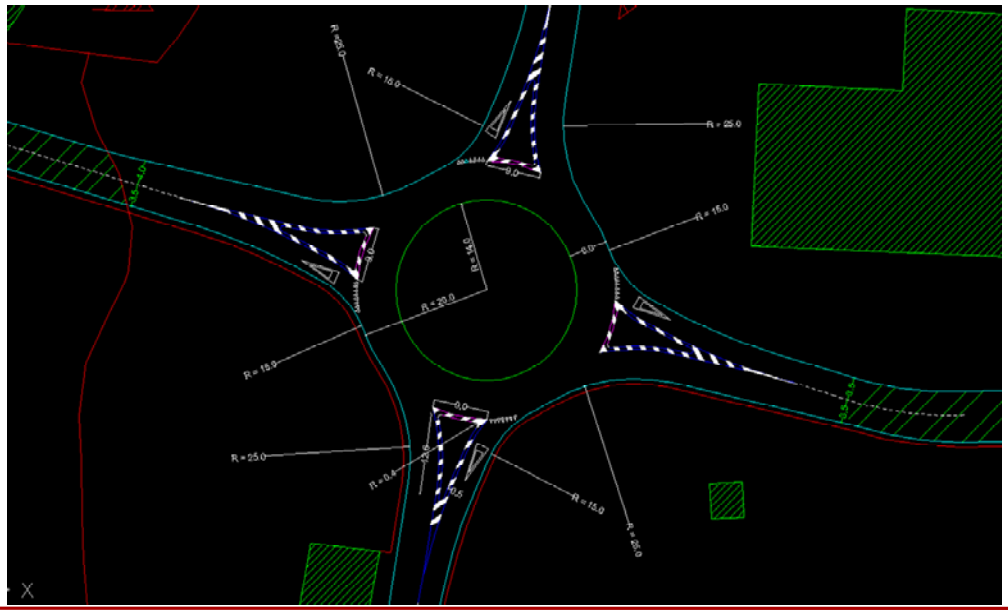


CASO STUDIO 1

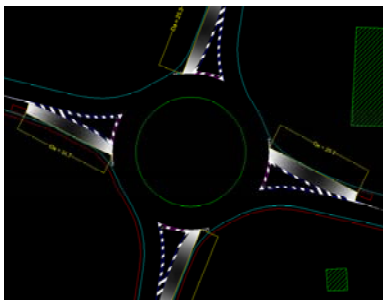


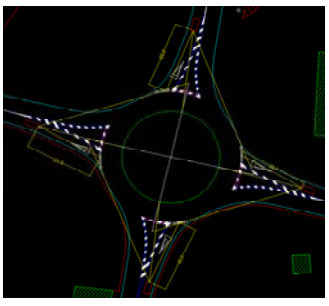
CASO STUDIO 1

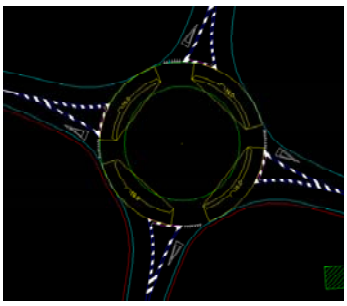
CASO STUDIO 1

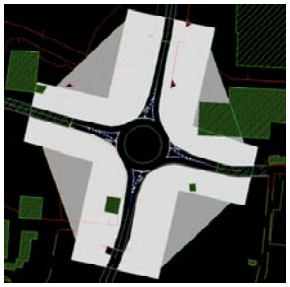


CASO STUDIO 1



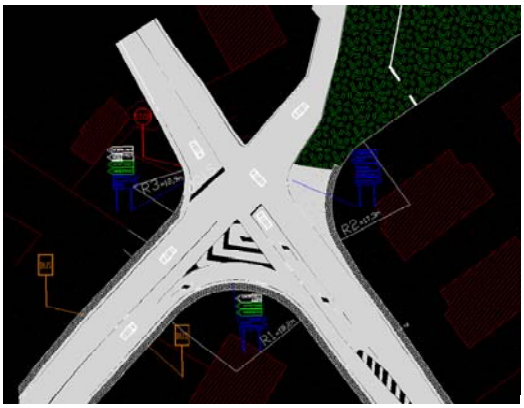


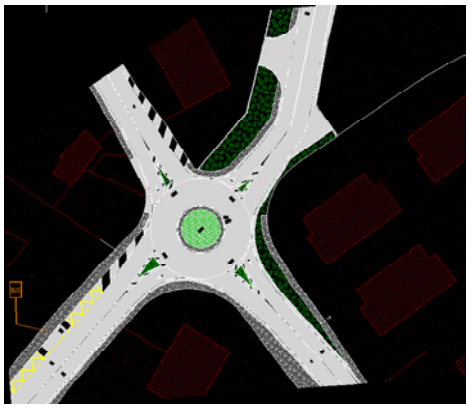




Verifiche dei criteri di visibilità

CASO STUDIO 2

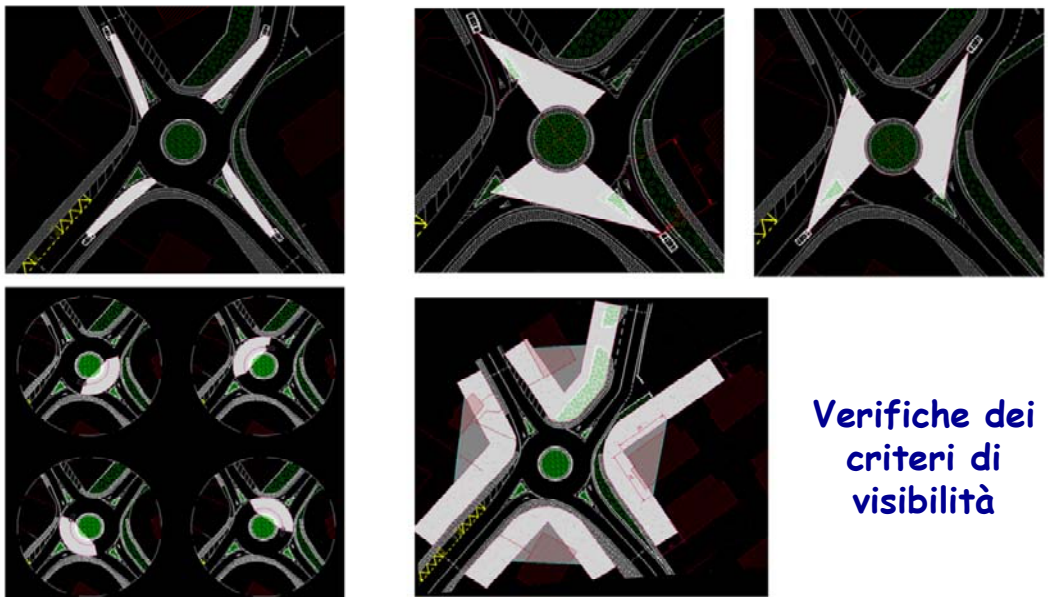




CASO STUDIO 2

CASO STUDIO 2

CASO STUDIO 2



Verifiche dei criteri di visibilità

APPENDICE

TRACCIA PER L'ELABORAZIONE DELLA SCHEDA DESCRITTIVA E VALUTATIVA DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

Di seguito si riporta una **traccia indicativa per la raccolta di informazioni** utili per valutare le caratteristiche delle intersezioni a rotatoria per quanto riguarda: le *"premesse"* in termini di analisi del traffico e delle condizioni di sicurezza, i riferimenti derivanti dagli eventuali strumenti di pianificazione e programmazione, le caratteristiche tecniche di base, i costi di realizzazione/manutenzione, gli effetti sul traffico e sulla sicurezza stradale, la partecipazione e il gradimento dei cittadini.

Fermo restando che ogni indicazione di integrazione o semplificazione della traccia sarà benvenuta, precisiamo che si tratta di una rilevazione sperimentale e di prima verifica che potrà essere meglio definita, nei contenuti e nei metodi di rilevazione, sulla base dei risultati che saranno raggiunti. L'elenco delle informazioni da raccogliere è abbastanza ampio e non sempre sarà possibile completarlo in tutte le parti. La quota di informazioni disponibili e agevolmente accessibili costituisce tuttavia già un risultato significativo: ci dice quanto siamo distanti dalla possibilità di sviluppare un'azione di monitoraggio sistematico e completo e su quali aree di informazione dobbiamo impegnarci per raggiungere un livello di conoscenza soddisfacente. In sostanza questa prima rilevazione dovrebbe essere utilizzata per due finalità:

- capire quanto dobbiamo impegnarci (e come) per realizzare un monitoraggio soddisfacente delle intersezioni a rotatoria;
- analizzare i primi risultati che è possibile ricostruire sulla base dei dati raccolti per capire se gli interventi sono stati efficaci (e in che misura), tenendo anche conto dei costi sostenuti.

Entrambi i risultati della rilevazione costituiranno l'oggetto di un **seminario dedicato all'analisi costi/efficacia applicata a interventi finalizzati alla sicurezza stradale e all'utilizzazione di queste analisi come strumento per migliorare le fasi di programmazione e progettazione e quelle di allocazione delle risorse finanziarie**. La rilevazione e le analisi delle caratteristiche e degli effetti determinati dalle intersezioni a rotatoria consentirà di costruire dei casi di studio da porre a base delle riflessioni e delle proposte. Allo stato attuale si prevede il seguente calendario:

I. raccolta dei dati;
II. incontro di verifica nel pomeriggio di lunedì 1° febbraio presso la sede del COREP a Torino;

III. completamento della raccolta dei dati e redazione dei rapporto di descrizione/valutazione;
IV. seminario di valutazione e indirizzo, il giorno 22 febbraio (data da confermare).

Il seminario sarà promosso dal LAGS e dalla Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale, con la partecipazione della Regione Piemonte e delle Amministrazioni che stanno realizzando la rilevazione sperimentale delle rotatorie e sarà organizzato in quattro sezioni:

A. relazioni introduttive sul tema del rapporto costi/efficacia negli investimenti pubblici, con riferimento alle strategie di sicurezza stradale, alla informazione alle rappresentanze sociali ed economiche (e ai cittadini), alle verifiche mirate a migliorare progressivamente l'allocazione di risorse pubbliche;
B. presentazione dei casi di studio (le rotatorie e i loro effetti sul traffico e sulla sicurezza stradale nelle province di Torino, Novara e Biella e nel comune di Asti, eventuali altri);
C. tavola rotonda sulle decisioni di investimento in intersezioni a rotatorie e sulla valutazione dei risultati, con responsabili di reti stradali e rappresentanze sociali ed economiche;
D. conclusioni e indirizzi per migliorare lo stato delle conoscenze e il processo di valutazione dell'efficacia degli investimenti.

Tornando alla rilevazione, si propone di raccogliere tre gruppi di informazioni

1) INFORMAZIONI DI CONTESTO

Ciascuna amministrazione dovrebbe illustrare il quadro generale entro il quale si collocano gli interventi di realizzazione di intersezione in rotatoria nel proprio territorio, raccogliendo le informazioni indicate di seguito.

a) È stata effettuata una rilevazione del traffico:
   (1) NO
   (2) SI anno .....
   Descrizione .....

b) L'amministrazione dispone/utilizza di un modello di simulazione e previsione del traffico:

(1) NO
(2) SI tipo …… anno ……
Descrizione …….

c) È stato redatto il PUT / PTVE:
(1) NO
(2) SI anno ……
Descrizione …..

d) È stata definita la classificazione funzionale della rete viaria:
(1) NO
(2) SI anno …….

e) È stato redatto il regolamento viario:
(1) NO
(2) SI anno ……

f) È stato definito un programma di interventi prioritari sulle intersezioni:
(1) NO
(2) SI anno …… con quali finalità ……..
(3) Ne è stata data attuazione
i. NO
ii. SI

2a) INTERSEZIONE A ROTATORIA SU STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE[1]

a) La rotatoria è prevista da uno strumento di pianificazione (PRG, PP, PUT, PUM, PTVE, etc.):
(1) NO
(2) SI quale strumento ……. In che anno ……

b) Il progetto era corredato da studi e previsioni specifiche di evoluzione del traffico:
(1) NO
(2) SI anno …… dello studio/simulazione
Descrizione dei risultati dello studio rispetto alla rotatoria in esame

c) Il progetto e la realizzazione sono stati sviluppato con fasi di partecipazione della cittadinanza:
(1) NO
(2) SI …. come ……

[1] O tra una strada di nuova realizzazione e una strada esistente.

d) Classificazione funzionale (ai sensi del CdS) delle strade afferenti all'intersezione:
   (1) ……

e) Anno di entrata in esercizio della intersezione
   (1) ……

f) Soggetto che ha progettato la rotatoria:
   (1) Ufficio tecnico dell'amministrazione proprietaria
   (2) Progettista esterno

g) Dopo l'entrata in esercizio della rotatoria è stato realizzato il monitoraggio:
   (1) dell'incidentalità stradale
      i. NO
      ii. SI , indicare come ……:
   (2) dei flussi di traffico
      i. NO
      ii. SI indicare come ……
   (3) della velocità dei veicoli (composizione percentuale e 85° percentile)
      i. NO
      ii. SI indicare come ……
   (4) dei tempi di spostamento
      i. NO
      ii. SI indicare come ……

AVVERTENZE

I dati su traffico, incidentalità, velocità riguardano non solo in modo puntuale la specifica intersezione ma anche le strade afferenti per un'estesa:

- *di almeno km 1 in caso di viabilità extraurbana;*
- *fino alla successiva intersezione e comunque per non più di km 1, in caso di viabilità urbana .*

2b) INTERSEZIONE A ROTATORIA SU STRADE ESISTENTI

a) Le rotatoria è prevista da uno strumento di pianificazione (PRG, PP, PUT, PUM, PTVE, etc.):
   (1) NO, in questo caso, quali sono le conoscenze e le motivazioni che hanno determinato l'ntervento ……
   (2) SI, quale strumento ……. in che anno ……

b) L'intervento (a causa delle condizioni e dei vincoli di contesto) è stato realizzato in deroga alla normativa vigente:
   (1) NO
   (2) SI ... in che termini .....

c) Il progetto e la realizzazione sono stati sviluppato con fasi di partecipazione della cittadinanza:
   (1) NO
   (2) SI .... come .....

d) Quale è stato il gradimento da parte della comunità locale:
   (1) Descrizione
   (2) Modalità attraverso la quale si è esaminato il gradimento

e) Il progetto è corredato da uno studio su:
   (1) incidentalità pregressa:
      i. NO
      ii. SI, descrizione dello studio e dei risultati
   (2) Flussi di traffico preesistenti:
      i. NO
      ii. SI descrizione dello studio e dei risultati
   (3) della velocità dei veicoli (composizione percentuale e 85° percentile)
   (4) dei tempi di spostamento
      i. NO
      ii. SI, indicare come .....

f) Il progetto è corredato da previsioni specifiche di evoluzione del traffico:
   (1) NO
   (2) SI anno ..... dello studio/simulazione

g) Classificazione funzionale (ai sensi del CdS) delle strade afferenti all'intersezione:
   (1) .....

h) Anno di entrata in esercizio della intersezione
   (1) .....

i) Soggetto che ha progettato la rotatoria:
   (1) Ufficio tecnico dell'amministrazione proprietaria
   (2) Progettista esterno

j) Dopo l'entrata in esercizio della rotatoria è stato realizzato il monitoraggio:
   (1) dell'incidentalità stradale
      i. NO
      ii. SI, come ..... risultati .....:
   (2) dei flussi di traffico
      i. NO
      ii. SI Come ..... risultati .....:
   (3) della velocità dei veicoli (composizione percentuale e 85° percentile)
      i. NO
      ii. SI, indicare come .....
   (4) dei tempi di spostamento
      i. NO
      ii. SI indicare come .....

AVVERTENZE

I dati su traffico, incidentalità, velocità riguardano non solo in modo puntuale la specifica intersezione ma anche le strade afferenti per un'estesa:

- *di almeno km 1 in caso di viabilità extraurbana;*
- *fino alla successiva intersezione e comunque per non più di km 1, in caso di viabilità urbana .*

3) DOCUMENTAZIONE TECNICA

Per ciascuna rotatoria esaminata, in aggiunta alle informazioni sopra indicate, dovrebbero essere raccolti i seguenti dati.

a) Planimetria schematica

b) Fotografia zenitale dell'area

c) Costi di realizzazione

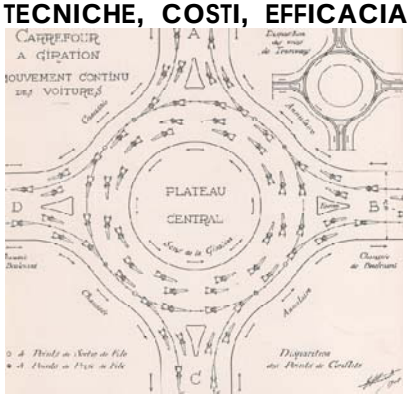
d) Costi di manutenzione

e) Valore economico dei benefici

f) Dimensioni fondamentali
   i. raggio del ciglio esterno della carreggiata della corona rotatoria
   ii. raggio del ciglio dell'isola centrale
   iii. larghezza corsie nella corona rotatoria
   iv. larghezza dei bracci di ingresso
   v. numero corsie dei bracci di ingresso

vi. larghezza dei bracci di uscita
vii. numero corsie dei bracci di uscita
viii. illuminazione: sui bracci / nell'isola centrale
  (a) attraversamenti pedonali: NO / SI ..... dove
ix. piste ciclabili
  (a) NO
  (b) SI, dove
x. Segnaletica
  (a) Descrizione o schema grafico
xi. isola centrale:
  (a) superficie: lastricata ..... a verde .....
  (b) con siepi SI ... NO ...
  (c) con alberatura SI ... NO ...
  (d) con manufatti in pietra, cemento, acciaio

LE INTERSEZIONI A ROTATORIA: TECNICHE, COSTI, EFFICACIA



M A G G I O 2 0 1 0

.