
INTRODUZIONE

In attuazione dell'art. 13 del D. L.vo 30.4.1992 n. 285 e s.m.i., le presenti norme disciplinano i criteri per la costruzione delle intersezioni stradali.

Le intersezioni stradali costituiscono i punti nodali della viabilità ed in corrispondenza di esse gli utenti debbono poter esercitare le loro scelte decisionali sull'itinerario programmato. Le loro caratteristiche funzionali e geometriche devono essere congruenti con quelle delle reti stradali alle quali appartengono. Occorre quindi che esse siano inquadrare in un sistema organico di classificazione gerarchica ad analogia di quella adottata per i rami della rete stessa.

Una classifica sistematica delle possibili "forme elementari" del modo di effettuare le svolte facilita la definizione stessa dell'intersezione e consente di tradurre in forma schematica di elementi di collegamento o di svolta il disegno logico dei flussi di traffico che impegnano il nodo considerato.

La classificazione delle intersezioni si realizza facendo riferimento a quella stradale e utilizzando i principi della teoria delle svolte, basati sull'analisi funzionale dei flussi di traffico, cioè sulla topologia delle manovre possibili e sulla geometria delle traiettorie descrivibili dai veicoli in movimento.

La numerosità delle soluzioni progettuali possibili, in relazione ai vincoli imposti dalle caratteristiche dei luoghi e dal ruolo che ogni singola strada riveste nell'ambito della rete, comporta per il progettista l'adozione di un approccio razionale che individui le opere necessarie a realizzare le manovre di passaggio dall'una all'altra strada, in modo sicuro, con il minimo perditempo e con criteri di efficienza tecnico economica.

Esistono due momenti fondamentali, imprescindibili, nell'organizzazione razionale di una intersezione stradale:

- **l'attribuzione di una categoria tipologica**, in relazione alle caratteristiche di classifica delle strade che s'intersecano;
- **la procedura compositiva degli elementi geometrici e funzionali**, atti a realizzare le possibili manovre di svolta, necessarie per il trasferimento dei flussi da una strada all'altra.

Occorre tener presente che in corrispondenza delle intersezioni stradali i veicoli compiono manovre, abbandonando quindi un regime di marcia caratterizzato da velocità pressoché costanti e da traiettorie a bassa curvatura, per passare rapidamente ad un regime che è essenzialmente di moto vario. Dette manovre sono infatti caratterizzate da velocità variabili e da traiettorie fortemente curve, almeno nella maggioranza dei casi.

1. CRITERI PER L'UBICAZIONE DELLE INTERSEZIONI IN UNA RETE STRADALE

La corretta collocazione delle intersezioni rappresenta un elemento fondamentale del procedimento di pianificazione e di progettazione che va verificato in base a tre condizioni:

- eventuali interferenze funzionali con intersezioni adiacenti;
- compatibilità con le condizioni plano-altimetriche degli assi viari;
- compatibilità con le caratteristiche della sede viaria (sede naturale, gallerie, viadotti, ecc.).

Per quanto concerne l'interferenza con i nodi viari adiacenti, la distanza minima da adottare dipende dalla tipologia della intersezione, dovendosi considerare interferente anche una parziale sovrapposizione della segnaletica di preavviso. In linea generale si deve adottare in campo extraurbano un distanziamento minimo di 500 m tra intersezioni contigue.

Per quanto concerne le condizioni plano-altimetriche, valgono le seguenti avvertenze:

- le intersezioni devono essere realizzate preferibilmente in corrispondenza di tronchi stradali rettilinei; possono essere realizzate anche in tratti di strada curvilinei ma nel rispetto delle distanze minime di visibilità (v. paragr. 4.6);
- per le intersezioni a raso l'angolazione tra gli assi delle strade non deve risultare inferiore ad un angolo di valore pari a 70° ;
- sulle rampe e lungo gli apprestamenti per le manovre di entrata ed uscita non è consentita la realizzazione di accessi, passi carrabili, aree di sosta, fermate veicolari ed altre consimili funzioni;
- per le intersezioni a raso i rami di interconnessione che realizzano le svolte devono avere pendenze aggiuntive longitudinali non superiori del 2% rispetto alle livellette delle strade confluenti;
- le intersezioni possono essere realizzate in viadotto, in corrispondenza di opere di sostegno ed in galleria, escludendo, in quest'ultimo caso, di ubicare le aree di diversione e di immissione nelle zone di imbocco e di uscita delle gallerie.

2. MANOVRE ELEMENTARI

Le principali manovre elementari che possono essere effettuate in una intersezione sono schematicamente rappresentate in Figura 1. Tra queste, le manovre di diversione o immissione in sinistra non sono ammesse sulla corrente principale di traffico di strade di tipo A, B e D mentre sono ammesse sulle loro strade di servizio, sulle rampe di svincolo e sulla corrente principale di traffico di strade di tipo C, E ed F.

Conseguentemente alle manovre indicate in Figura 1 vengono ad identificarsi alcuni punti caratteristici, dalla presenza dei quali dipendono le condizioni di sicurezza e di operatività dell'intersezione. Questi costituiscono i cosiddetti "punti di conflitto" fra le traiettorie, e nascono dalla interferenza potenziale di queste. Si distinguono in:

- **punti di conflitto di intersezione o attraversamento;**
- **punti di conflitto di diversione;**
- **punti di conflitto di immissione.**

Per i punti di conflitto di intersezione deve essere adottata una delle seguenti soluzioni progettuali:

- 1° **sfalsamento altimetrico delle traiettorie;**
- 2° **realizzazione di tronchi di scambio** trasformando il punto di conflitto di intersezione in punti di diversione e/o immissione;
- 3° **sfalsamento temporale di tipo imposto (semaforo) o di tipo attuato dall'utente (precedenza o stop).**

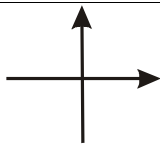
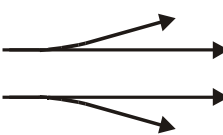
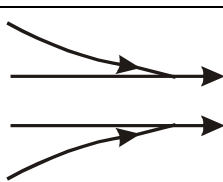


a) attraversamento ad incrocio		
b) diversione o uscita	in sinistra in destra	
c) immissione o entrata	in sinistra in destra	
d) svolta propriamente detta		
e) scambio		

Figura 1 - Definizione delle manovre elementari.

3. CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DELLE INTERSEZIONI

Sulla base della classificazione delle strade prevista dal Codice della Strada e dal D.M. 5.11.2001 n° 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", articolata in otto tipi di strade, quattro per l'ambito extraurbano e quattro per l'ambito urbano, i nodi di interconnessione possono concettualmente rappresentarsi come gli elementi di una matrice simmetrica (8x8), del tipo di quella riportata nella Figura 2, ove figurano tutti i possibili nodi di intersezione fra due strade (o punti simbolici).

Nella matrice si distinguono nodi omogenei, che connettono strade dello stesso tipo, e nodi disomogenei, che connettono strade di tipo diverso. Mentre nei primi (nodi omogenei) sono sempre consentite connessioni che realizzano il trasferimento dei flussi da una strada all'altra, nei secondi (disomogenei), per ragioni di sicurezza e funzionalità, non sempre la realizzazione della connessione dei flussi di traffico è ammessa. Pertanto alcuni nodi, nei quali è forte la differenza fra i livelli gerarchici delle strade confluenti, vengono considerati non ammissibili.

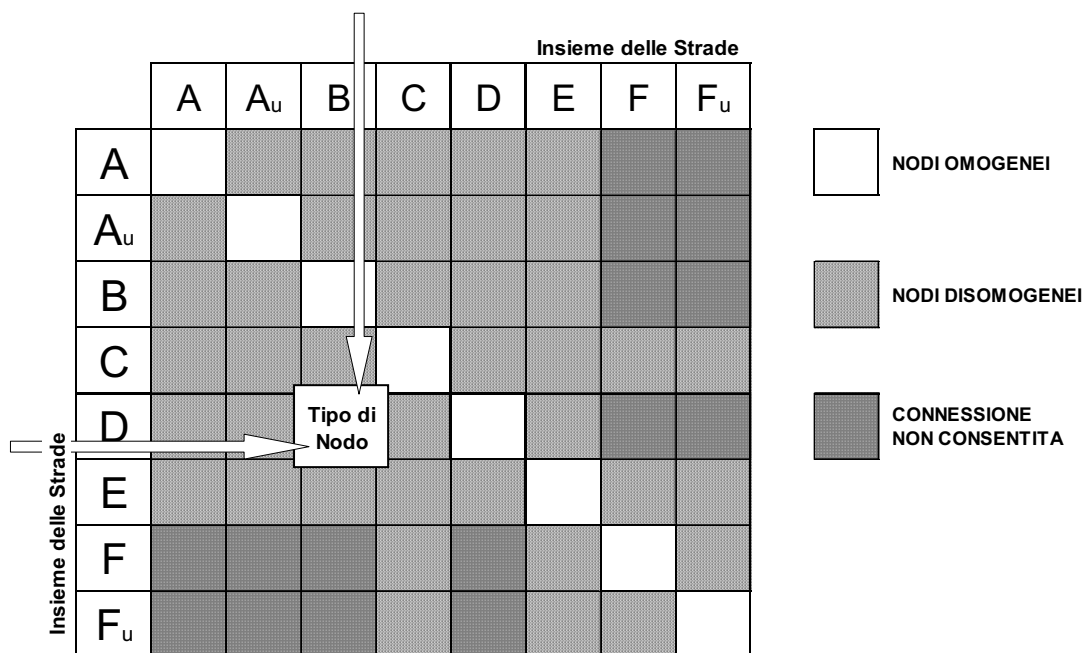


Figura 2 - matrice simbolica di rappresentazione di tutti i possibili nodi d'intersezione.

Laddove la connessione è ammessa, è possibile distinguere diverse tipologie di nodo in relazione alla possibilità o meno che in corrispondenza del nodo si verifichino punti di conflitto di intersezione (v. Figura 3). Nel caso di nodo in cui le strade confluenti siano tutte a carreggiate separate, non sono ammessi punti di conflitto di intersezione e la connessione sarà risolta con uno svincolo (nodo

di tipo 1), ammettendo eventualmente per le sole correnti di svolta manovre di scambio. Laddove una delle strade che convergono nel nodo è di un tipo per il quale la sezione trasversale è prevista ad unica carreggiata, possono essere ammesse su tale strada manovre a raso, mentre l'incrocio fra le correnti principali va risolto sfalsando i livelli (nodo di tipo 2). Laddove le due strade che si considerano appartengano a tipi per i quali la sezione trasversale prevista è ad unica carreggiata, l'intersezione potrà essere risolta a raso (nodo di tipo 3).

Alle tipologie di nodi individuate nella Figura 3 si possono associare soluzioni geometriche compatibili e differenziate, in relazione ai tipi di strade confluenti nel nodo.

Tra le soluzioni funzionali compatibili tra le diverse tipologie di nodi, quelle più usuali fanno riferimento all'incrocio fra due strade (intersezioni a quattro bracci) o all'innesto di una strada sull'altra (intersezioni a tre bracci). Intersezioni più complesse sono da evitare; soltanto nel caso di intersezioni a livello o parzialmente a livelli sfalsati, organizzate a "rotatoria", è possibile considerare più di due strade confluenti nel nodo.

Le intersezioni a raso, definite dal Codice della Strada, vengono distinte in:

- a) intersezioni lineari a raso quando sono consentite manovre di intersezione, ai sensi di quanto detto nel cap. 2;
- b) intersezioni a rotatoria, quando i punti di intersezione sono eliminati.

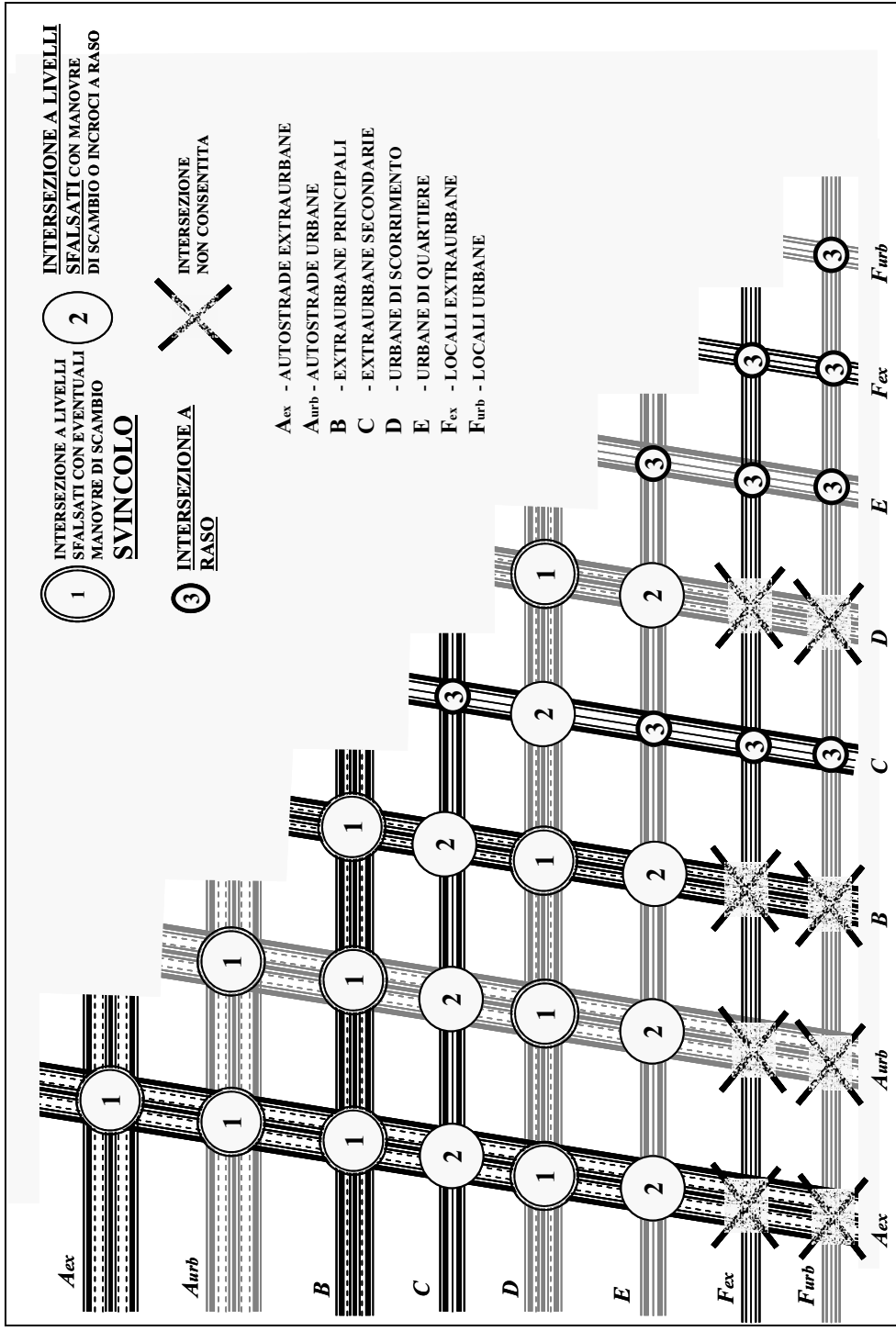


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

4. CARATTERIZZAZIONE GEOMETRICA DEGLI ELEMENTI DELL'INTERSEZIONE

Per la definizione delle caratteristiche geometriche dell'intersezione, i principali elementi da stabilire riguardano:

- le dimensioni e la composizione delle piattaforme stradali;
- le pendenze longitudinali, trasversali e composte delle rampe, delle aree pavimentate interessate dal transito dei veicoli e degli spazi marginali;
- i raccordi almetrici;
- le caratteristiche geometriche degli elementi componenti, e specificatamente:
 - i raggi delle curve circolari (in relazione alle velocità e alle pendenze trasversali della piattaforma);
 - i parametri caratteristici degli elementi planimetrici a curvatura variabile;
 - le rotazioni delle sagome stradali e l'andamento dei cigli;
- l'entità di eventuali allargamenti delle carreggiate (o delle aree di transito) per tutte le tipologie di veicoli ammessi a circolare nell'intersezione;
- le caratteristiche delle curve di ciglio, necessarie per consentire l'iscrizione in curva dei veicoli pesanti e/o per migliorare le condizioni operative delle correnti di svolta;
- la forma, le dimensioni e le caratteristiche delle isole di canalizzazione, ove presenti, dalle quali dipendono le caratteristiche di leggibilità e guida visiva delle traiettorie di approccio alle zone di incrocio;
- la forma, le dimensioni e le caratteristiche degli elementi complementari e d'arredo;
- gli eventuali altri elementi relativi alle caratteristiche geometriche dell'intersezione, anche per analogia con quanto previsto dal D.M. 5.11.2001.

I minimi valori che possono assumere le caratteristiche geometriche vincolanti degli elementi componenti l'intersezione sono indicati nei seguenti paragrafi.

4.1 Definizioni

I principali elementi componenti un'intersezione sono:

- Le rampe, che rappresentano i tronchi stradali di collegamento tra rami di un'intersezione a livelli sfalsati (svincolo).
- Le corsie specializzate, destinate ai veicoli che si accingono ad effettuare le manovre di svolta a destra ed a sinistra, e che consentono di non arrecare eccessivo disturbo alla corrente di traffico principale. Possono essere di entrata (o di immissione), di uscita (o di diversione) e di accumulo per la

svolta a sinistra, e possono essere realizzate nelle intersezioni lineari a raso e a livelli sfalsati, secondo quanto previsto nella Tabella 1.

Tipo di strada principale	Tipologia di corsia specializzata		
	di uscita (o diversione)	di entrata (o immissione)	d'accumulo per svolta a sinistra
strade extraurbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
B	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
C	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Non ammessa	Ammessa
strade urbane			
A	Obbligatoria	Obbligatoria	Non ammessa
D	Ammessa	Ammessa	Non ammessa
E	Ammessa	Ammessa	Ammessa
F	Ammessa	Ammessa	Ammessa

Tabella 1

L'inserimento delle corsie specializzate, nei casi in cui queste sono "ammesse" deve essere valutato in relazione a criteri funzionali, secondo quanto detto nel capitolo 5.

Le corsie specializzate si sviluppano, generalmente, in affiancamento alla strada cui afferiscono. In particolare, le corsie di entrata e di accumulo assumono una configurazione parallela all'asse principale della strada; quelle in uscita possono essere realizzate con tipologia in parallelo ovvero mediante l'adozione della soluzione "ad ago".

- Le corsie di entrata (o di immissione) sono composte dai seguenti tratti elementari (Figura 4):
 - Tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$.
 - Tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$.
 - Elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$.

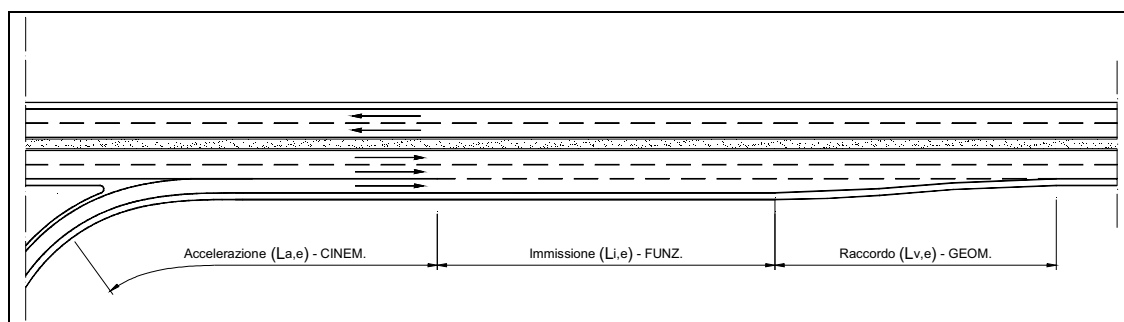


Figura 4

- Le corsie di uscita (o di diversione) sono composte dai seguenti tratti elementari:
 - Tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$.
 - Tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ (comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$) parallelo all'asse principale della strada, nel caso di tipologia parallela (Figura 5), o coincidente interamente con l'elemento a curvatura variabile, nel caso di tipologia ad ago (Figura 6).

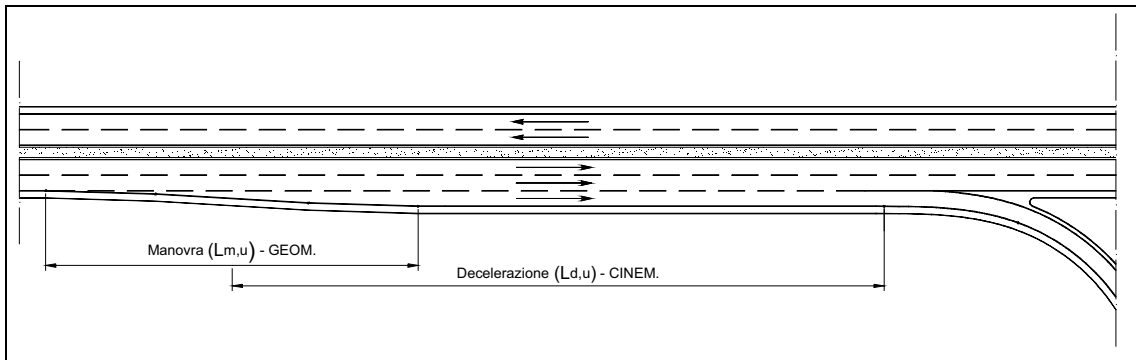


Figura 5

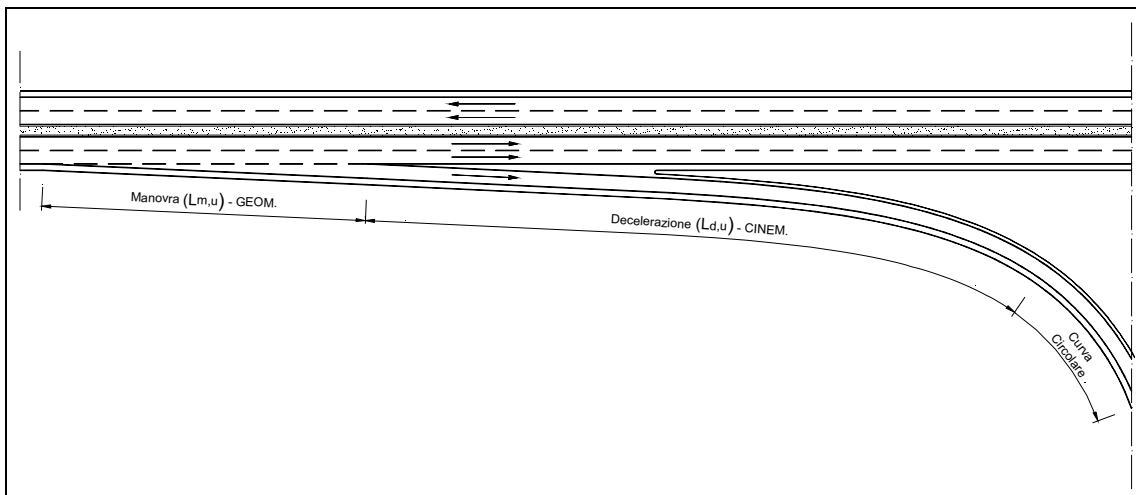


Figura 6

- Le corsie di accumulo per la svolta a sinistra sono composte dai seguenti tratti elementari:
 - Tratto di raccordo, di lunghezza $L_{v,a}$.
 - Tratto di manovra, di lunghezza $L_{m,a}$.
 - Tratto di decelerazione, di lunghezza $L_{d,a}$.

- Tratto di accumulo, di lunghezza $L_{a,a}$.

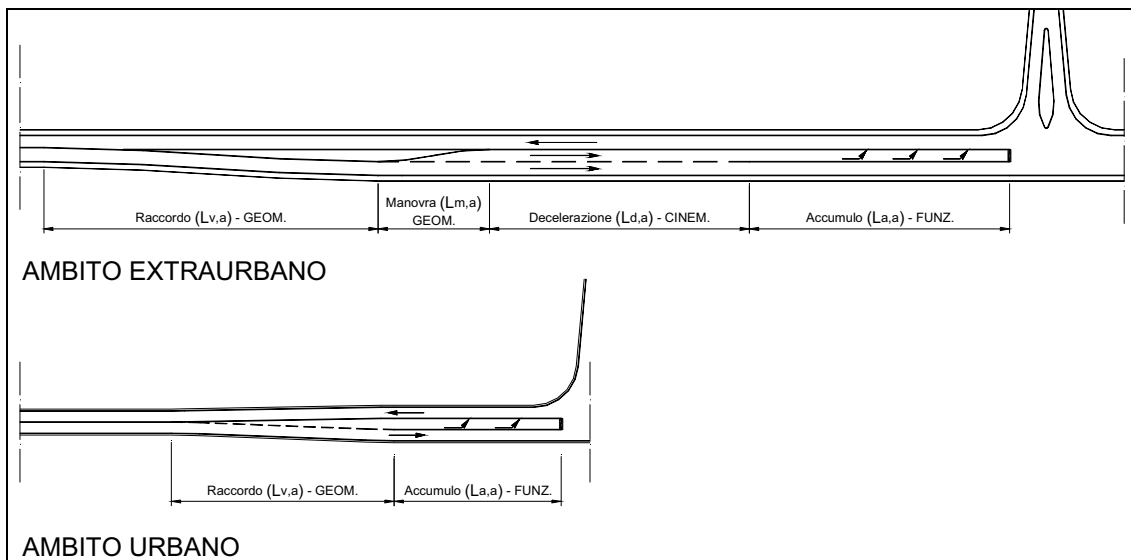


Figura 7

- Le zone di scambio. Queste si hanno quando avviene l'attraversamento reciproco di due correnti di traffico aventi medesima direzione e verso, lungo un tronco stradale di lunghezza significativa (v. Figura 8; lunghezza zona di scambio: L_{sc}).

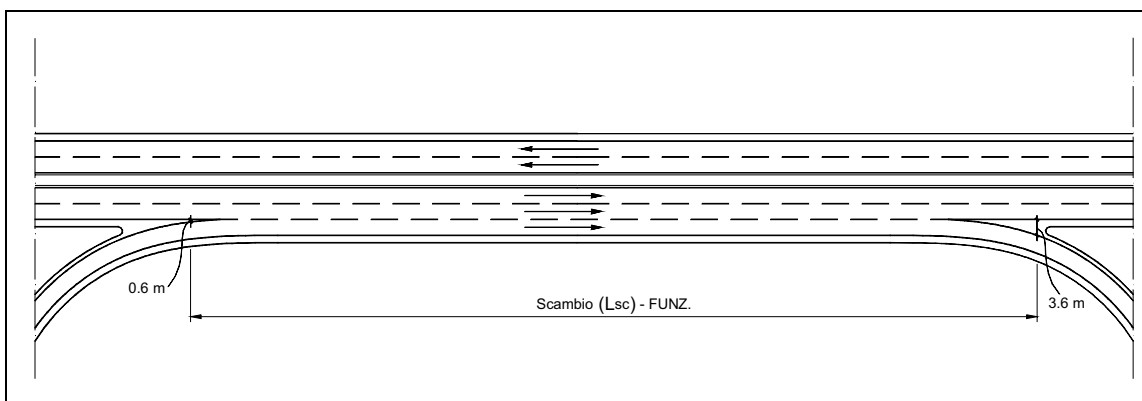


Figura 8

Le lunghezze $L_{a,e}$, $L_{d,u}$ e $L_{d,a}$ vanno dimensionate con criteri cinematici, tenendo conto di quanto prescritto nel paragrafo 4.2.

Le lunghezze $L_{v,e}$, $L_{m,u}$, $L_{v,a}$ e $L_{m,a}$ vanno dimensionate con criteri geometrici, tenendo conto di quanto prescritto nel paragrafo 4.3.

Le lunghezze $L_{i,e}$, $L_{a,a}$ e L_{sc} vanno dimensionate con criteri funzionali, secondo quanto detto nel capitolo 5.

4.2 Elementi da dimensionare longitudinalmente con criteri cinematici

Per determinare la lunghezza dei tratti di variazione cinematica in decelerazione o accelerazione si adotta la seguente espressione:

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

dove:

L (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
 v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione o accelerazione;
 v_2 (m/s) è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione o accelerazione;
 a (m/s²) è l'accelerazione, positiva o negativa, assunta per la manovra.

I valori di v_1 , v_2 ed a da inserire nella formula precedente sono i seguenti:

- corsie di decelerazione. Per v_1 si assume la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita, determinata dai diagrammi di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001; per v_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada; per a si assumono i sotto indicati valori:
 - per strade di Tipo A e B (quando per queste ultime si utilizzano valori di aderenza longitudinale corrispondenti al tipo A): 3,0 m/s²;
 - per tutte le altre strade: 2,0 m/s².
- tratto di decelerazione nelle corsie di accumulo e svolta a sinistra. Per v_1 si assume la velocità di progetto della strada da cui proviene il flusso di svolta, determinata dai diagrammi di velocità (secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001); mentre per v_2 si assume il valore 6.95 m/s; in questo caso si considera una decelerazione $a = 2,0$ m/s².
- Tratto di accelerazione nelle corsie di entrata. Per v_1 si assume la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione della corsia di entrata, mentre per v_2 si assume il valore corrispondente allo 80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette; questa velocità va determinata dal diagramma di velocità (secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001). Si considera una accelerazione $a = 1,0$ m/s².

4.3 Elementi da dimensionare longitudinalmente con criteri geometrici

A. Tratti di raccordo $L_{v,a}$ e manovra $L_{m,a}$ nelle corsie di accumulo per la svolta a sinistra negli incroci a raso.

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,a}$ dipende dalla velocità di progetto V_p [km/h] e dall'allargamento d [m] da raggiungere (Figura 9), pari alla larghezza della corsia di accumulo incrementata di 0,50 metri (larghezza necessaria per la materializzazione dell'elemento separatore dei due sensi di marcia).

Tale lunghezza si calcola secondo la formula seguente:

$$L_{v,a} = 0,6 \cdot V_p \cdot \sqrt{d'} \text{ [m]}$$

Va comunque assicurata una lunghezza $L_{v,a}$ minima di 20 m.

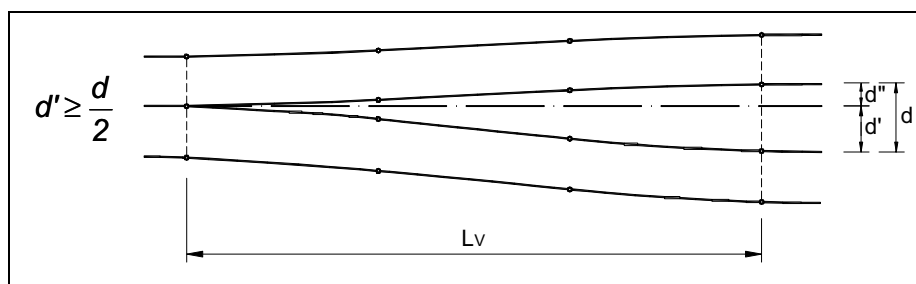


Figura 9

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,a}$ si determina in base alla Tabella 2:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,a}$ [m]
$V_p \geq 60$	$L_{m,a} = 30$
$V_p < 60$	$L_{m,a} = 20$

Tabella 2

B. Tratti di manovra delle corsie di uscita negli incroci a raso.

La lunghezza $L_{m,u}$ del tratto di manovra delle corsie di uscita è pari a 30 m e 20 m rispettivamente in ambito extraurbano ed urbano.

C. Tratto di raccordo delle corsie di entrata negli incroci a livelli sfalsati.

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ nelle corsie di entrata od immissione si determina in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, sulla base della Tabella 3:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

Tabella 3

D. Tratto di manovra delle corsie di uscita negli incroci a livelli sfalsati.

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ in una corsia di uscita o decelerazione si determina in base alla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia, secondo la Tabella 4:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
≥ 120	90

Tabella 4

4.4 Intersezioni lineari a raso

4.4.1 Larghezza delle corsie nelle intersezioni a raso

Le larghezze minime dei dispositivi aggiuntivi da inserire sulla strada principale per l'effettuazione di svolte a destra o a sinistra sono indicate nella Tabella 5:

Elemento modulare	Strade extraurbane		Strade urbane	
	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)
Corsie destinate alle traiettorie passanti	nei casi ammessi	(*)	nei casi ammessi	(*)
Corsie specializzate di uscita	C	3,50	E	3,00
	F	3,25	F	2,75
Corsie specializzate per l'accumulo in mezzzeria	C	3,25	E	3,00 (**)
	F	3,00	F	2,75 (**)

(*) si mantiene la larghezza delle corsie prevista nel D.M. 5/11/2001 per i tipi di strada interessati dall'intersezione;

(**) riducibili a 2,50 se le corsie non sono percorse da traffico pesante o da mezzi adibiti al trasporto pubblico.

Tabella 5

4.5 Intersezioni a rotatoria

4.5.1 Tipologie

Si considerano tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna (limite della corona rotatoria, in riferimento alla Figura 10):

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m;
- mini rotatorie con diametro esterno compreso tra 14 e 25 m.

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 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.

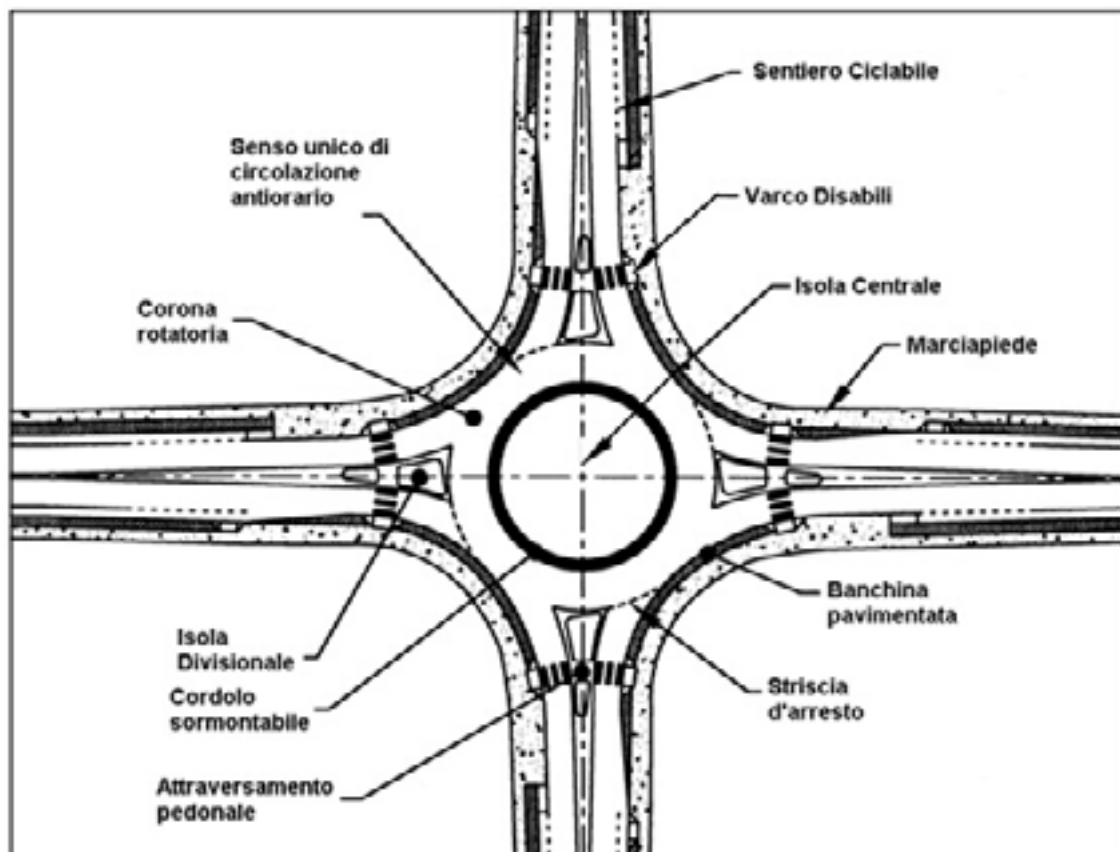


Figura 10

In base alla classificazione delle intersezioni riportata nel capitolo 3, in ambito extraurbano l'adozione di mini rotatorie viene limitata agli incroci tipo F/F tra strade locali, mentre le rotatorie compatte sono consentite per gli incroci tipo C/C, C/F, F/C.

Un'intersezione stradale risolta a rotatoria va accompagnata lungo i rami di approccio da idonea segnaletica, se necessario anche integrativa rispetto a quella di preavviso, e da eventuali ulteriori strumenti di regolazione della velocità.

4.5.2 Larghezza delle corsie

Con riferimento alla Figura 10, si definiscono le larghezze degli elementi modulari delle rotatorie, secondo quanto indicato nella Tabella 6.

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.

Tabella 6

4.5.3 Geometria delle rotatorie

Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, 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 (vedi Figura 11) Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $R_{e,2}$ 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° .

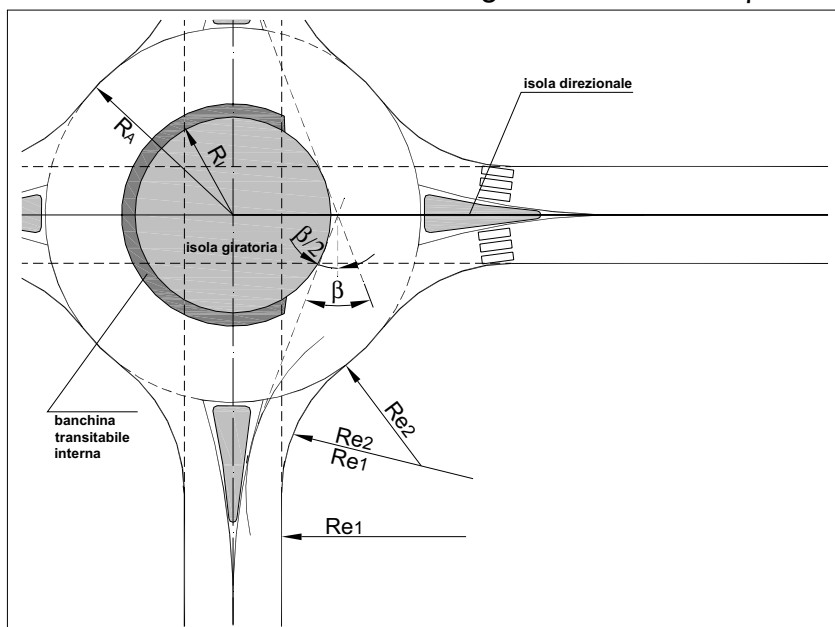


Figura 11 - Elementi di progetto e tipizzazione delle rotatorie

4.6 Distanze di visibilità nelle intersezioni a raso

Al fine di garantire il regolare funzionamento delle intersezioni a raso, e come principio di carattere più generale, occorre procedere sempre ad una gerarchizzazione delle manovre in modo da articolare le varie correnti veicolari in principali e secondarie; ne consegue la necessità di introdurre segnali di precedenza o di stop per ogni punto di conflitto, evitando di porre in essere situazioni di semplice precedenza a destra senza regolazione segnaletica.

Per le traiettorie prioritarie si devono mantenere all'interno dell'intera area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa per le arterie stradali confluenti nei nodi; la presenza dell'intersezione non può difatti costituire deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato.

Per le manovre non prioritarie le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D , data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

In cui:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t = tempo di manovra pari a:

- In presenza di manovre regolate da precedenza: 12 s
- In presenza di manovre regolate da Stop: 6 s

Tali valori vanno incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m.

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in Figura 12, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

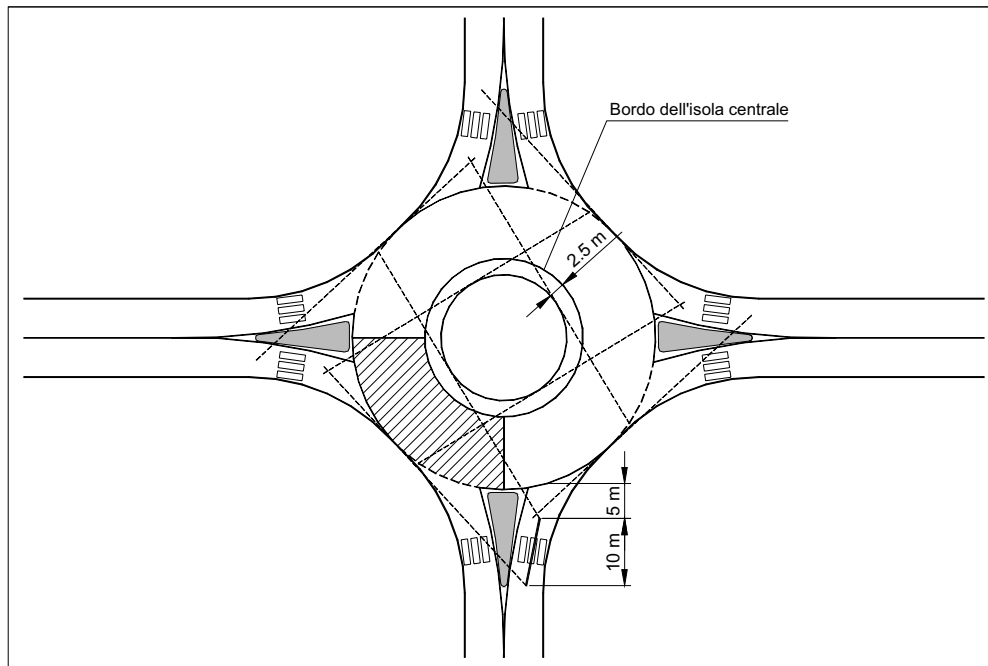


Figura 12: Campi di visibilità in incrocio a rotatoria

4.7 Intersezioni a livelli sfalsati

4.7.1 Velocità di progetto delle rampe

Le possibili tipologie di rampe e le corrispondenti tipiche composizioni geometriche planimetriche sono indicate genericamente nella Figura 13 e nella Figura 14.

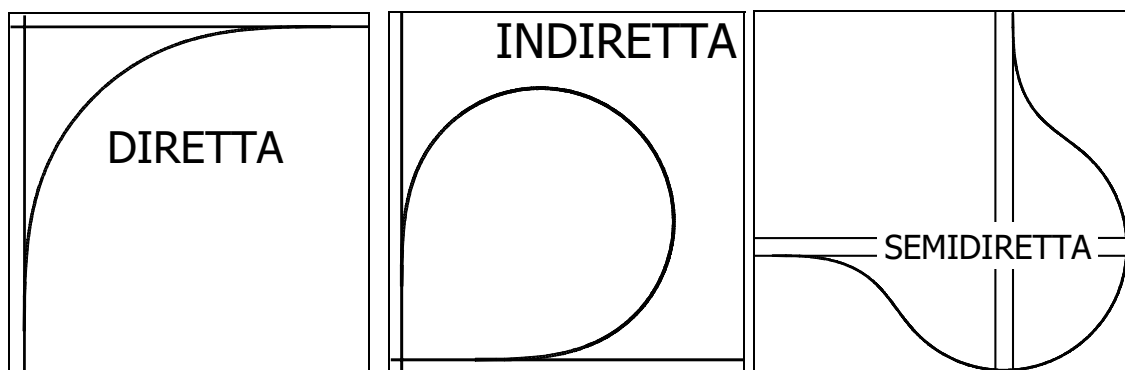


Figura 13

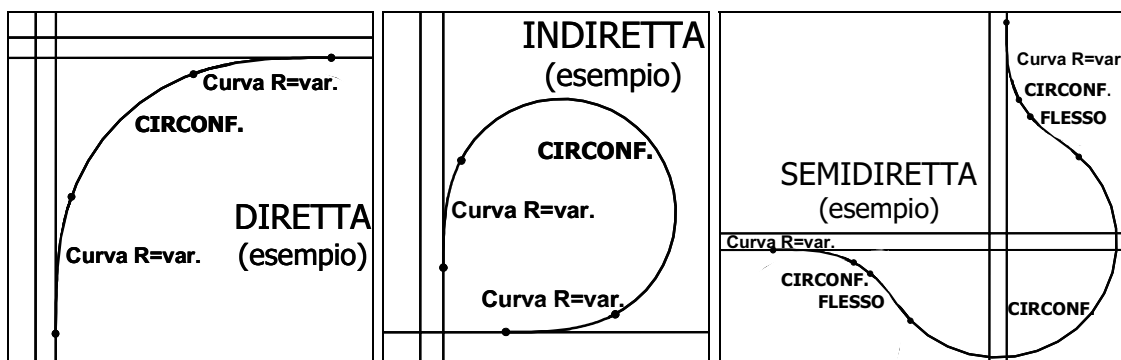


Figura 14

Per l'inserimento delle curve a raggio variabile (clotoidi) va fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5.11.2001. Per i tratti di decelerazione delle uscite ad ago, e nei casi in cui il tronco di accelerazione nelle immissioni si sviluppi parzialmente con un elemento a curvatura variabile, il progettista dovrà scegliere opportunamente una curva a raggio variabile, anche composita, prescindendo dalle indicazioni del citato D.M..

L'intervallo di velocità di progetto da adottarsi per ciascuna tipologia prevista è indicato nella Tabella 7. Per velocità di progetto delle rampe si intende quella dell'elemento rampa con esclusione dei dispositivi di immissione e/o decelerazione.

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig.3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B.		Intersezioni Tipo 2 (fig.3), e B/B, D/D, B/D, D/B.	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

Tabella 7 - Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per le rampe indirette il valore indicato in Tabella 7 rappresenta la velocità minima di progetto mentre la velocità di progetto massima si assume pari a quella della corrispondente rampa semidiretta.

Rispetto alla velocità di progetto dovrà essere verificata la sussistenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del DM 5.11.2001.

4.7.2 Geometria degli elementi modulari

I parametri fondamentali per il disegno geometrico delle rampe sono indicati nella Tabella 8.

Al raggio planimetrico minimo è sempre associata la pendenza massima del 7,0%. Per raggi superiori la pendenza sarà definita congruentemente con quanto indicato nel DM 5.11.2001.

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Tabella 8 - Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe

4.7.3 Larghezza degli elementi modulari

Le larghezze minime degli elementi modulari degli svincoli sono determinate in funzione della strada di livello gerarchico superiore, tra quelle confluenti nel nodo. Fatti salvi gli eventuali allargamenti di corsia necessari in relazione ai valori dei raggi planimetrici adottati, tali larghezze sono indicate nella Tabella 9.

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3,75	2.50	-
	B	3,75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	B	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3,50	1.00	-
	B	1 corsia: 3,50	1.00	-

Strade urbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3,75	2.50	-
	D	3,25	1.00	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	D	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3,50	1.00	-
	D	1 corsia: 3,50	1.00	-

Tabella 9

Per le larghezze degli elementi marginali si rinvia a quanto contenuto nella figura 4.3.4.d del DM 5.11.2001, assimilando le rampe dirette e semidirette delle intersezioni di tipo 1 a strade di tipo C e tutte le altre a strade extraurbane di tipo F.

5. DIMENSIONAMENTO FUNZIONALE DELLE INTERSEZIONI

Accanto alle regole di carattere geometrico indicate nel capitolo precedente, una intersezione deve essere dimensionata con riferimento alla domanda di traffico specializzata in relazione alle manovre consentite.

Gli elementi ed i parametri da determinare in funzione della domanda di traffico, riferita al periodo di punta di progetto, sono:

- per le intersezioni lineari a raso: la lunghezza delle corsie di accumulo;
- per le intersezioni a rotatoria: la capacità della rotatoria ed il livello di servizio della soluzione adottata;
- per le intersezioni a livelli sfalsati: la lunghezza delle corsie di immissione e delle zone di scambio.

In particolare, nelle intersezioni lineari a raso, le corsie specializzate di svolta a sinistra vanno realizzate sempre nel caso di intersezione di strade con 2 corsie per senso di marcia. Nel caso di intersezioni di strade ad 1 corsia per senso di marcia, la previsione della corsia di accumulo è posta in relazione ai flussi di traffico.

Per le corsie specializzate di accumulo e per gli attestamenti nelle zone regolate da precedenza e Stop, dovranno essere determinati, secondo le regole ed i criteri della tecnica della circolazione, il numero medio dei veicoli in attesa di svolgere la manovra desiderata ed il tempo medio di attesa. La lunghezza dei singoli elementi deve, quindi, essere determinata in funzione del numero di veicoli in attesa e considerando uno spazio occupato da ciascuno di essi mediamente pari a 6 m. Allo scopo di garantire che con elevata probabilità i veicoli in attesa riescano ad essere ospitati nell'elemento considerato, occorre assegnare a questo una lunghezza doppia di quella corrispondente al numero medio di veicoli in attesa.

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.

Il livello di servizio dell'intersezione non dovrà essere inferiore a quello prescritto dal DM 5.11.2001 per il tipo di strade confluenti nel nodo.

A seconda del metodo di calcolo utilizzato potranno essere valutate con criteri funzionali le sole lunghezze $L_{i,e}$ (per le immissioni), L_{sc} (per gli scambi) e $L_{a,a}$ (per le corsie di accumulo) ovvero l'intera corsia specializzata o parte di essa, in modo da garantire che la manovra nel suo complesso offra il livello di servizio richiesto.

6. ILLUMINAZIONE

Con riferimento alla classifica definita nel capitolo 3, l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- Nodi di Tipo 1: Intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (Svincolo);
- Nodi di Tipo 2: Intersezioni a Livelli Sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso.

I livelli di illuminamento e le condizioni di uniformità da garantire debbono essere tali da consentire il mutuo avvistamento dei veicoli, l'avvistamento di eventuali ostacoli e la corretta percezione della configurazione degli elementi dell'intersezione, nelle diverse condizioni che possono verificarsi durante l'esercizio diurno e notturno dell'infrastruttura.

Per i Nodi di Tipo 3 (Intersezioni a raso), l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia. L'accertamento deve essere compiuto anche assumendo informazioni presso le autorità locali, responsabili del territorio.

7. ACCESSI

Si definiscono accessi le immissioni per veicoli da un'area o da un edificio privato alla strada di uso pubblico, ovvero le immissioni di una strada ad uso privato su una strada ad uso pubblico e viceversa.

Lungo i rami delle intersezioni non è consentita la realizzazione di accessi; lungo i tronchi delle strade extraurbane ed urbane, gli accessi devono essere realizzati in conformità ai seguenti criteri.

7.1 Accessi alle strade extraurbane

7.1.1 Ammissibilità e localizzazione

La possibilità di prevedere accessi privati su una strada dipende dalla sua classificazione ai sensi del Codice della Strada, secondo quanto indicato nella Tabella 10. Nella stessa tabella sono riportati anche i criteri di distanziamento che occorre rispettare per l'ubicazione di questi elementi.

Le strade extraurbane principali, lungo le quali sono ammessi accessi solo se coordinati, qualora di nuova costruzione, debbono essere provviste di fasce laterali di terreno tali da consentire l'eventuale inserimento di strade di servizio per il collegamento degli accessi privati di immissione sulla strada.

La localizzazione e la configurazione degli accessi debbono essere tali da rispettare le distanze di visuale libera stabilite per le intersezioni. La sistemazione geometrica degli accessi deve essere realizzata come per le corrispondenti tipologie di intersezione.

Le presenti disposizioni si applicano sia agli accessi da area o edificio privato alla strada di uso pubblico, sia agli accessi da strada ad uso privato a strada ad uso pubblico; per queste ultime valgono altresì le norme sulle intersezioni stradali.

Tipo di strada	A Autostrada extraurbana	B Extraurbana principale	C Extraurbana secondaria	F Locale extraurbana
Ammessi	NO (1)	SI	SI	SI
Organizzazione accessi	-	Coordinati	coordinati	Diretti
Distanza minima tra innesti successivi (2)	-	1000	300 (4)	-
Distanza minima tra accesso ed intersezione (3)	-	1000	300 (4)	30

(1) Sono consentiti esclusivamente gli accessi alle pertinenze di servizio (aree di sosta, aree di parcheggio, aree di servizio).

(2) Misurata tra gli assi degli accessi consecutivi per ogni senso di marcia.

(3) Misurata tra l'asse dell'accesso e l'asse dell'intersezione.

(4) L'ente proprietario della strada può derogare a tale distanza fino ad un minimo di 100 m, qualora, in relazione alla situazione morfologica, risulti particolarmente gravosa la realizzazione di strade di servizio. La stessa deroga può essere applicata per tratti di strade che, in considerazione della densità di insediamenti o di abitazioni, sono soggetti a limitazioni di velocità e per i tratti di strada compresi all'interno di zone previste come edificabili o trasformabili dagli strumenti urbanistici generali od attuativi vigenti.

Tabella 10 – Accessi - Strade extraurbane

7.2 Accessi alle strade urbane

7.2.1 Ammissibilità e localizzazione

La possibilità di prevedere accessi privati su una strada dipende dalla sua classificazione ai sensi del Codice della Strada, secondo quanto indicato nella Tabella 11. Nella stessa tabella sono riportati anche i criteri di distanziamento che occorre rispettare per l'ubicazione di questi elementi

Le strade urbane di scorrimento, lungo le quali sono ammessi accessi solo se coordinati, qualora di nuova costruzione, debbono essere provviste di fasce laterali di terreno tali da consentire l'eventuale inserimento di strade di servizio per il collegamento degli accessi privati di immissione sulla strada.

La localizzazione e la configurazione degli accessi e dei passi carrabili debbono essere tali da rispettare le distanze di visuale libera stabilite per le intersezioni. La sistemazione geometrica degli accessi deve essere realizzata come per le corrispondenti tipologie di intersezione.

I passi carrabili debbono avere un'ubicazione ed una configurazione plano-altimetrica tali da:

- non arrecare pericolo od intralcio alla circolazione veicolare e pedonale;
- agevolare le manovre dei veicoli in ingresso o in uscita dal passo carrabile.

Le presenti disposizioni si applicano sia agli accessi da area o edificio privato alla strada ad uso pubblico, sia agli accessi da strada ad uso privato a strada ad uso pubblico; per queste ultime valgono altresì le norme sulle intersezioni stradali.

Tipo di strada	A Autostrada urbana	D Urbana di scorrimento	E Urbana di quartiere	F Locale urbana
Ammessi	NO	SI	SI	SI
Organizzazione accessi	-	Coordinati	Diretti	Diretti
Distanza minima tra innesti successivi	-	100	-	-
Distanza minima tra accesso ed intersezione	-	100	12	12

Tabella 11 Accessi - Strade urbane

Le distanze minime previste nella Tabella 11 debbono essere adottate anche nei confronti dei varchi degli spartitraffico laterali in presenza di strade di servizio destinate alla concentrazione delle manovre di svolta a destra e a sinistra (indirette o semidirette).

I comuni hanno la facoltà di autorizzare distanze inferiori a quelle fissate in Tabella 11 per i passi carrabili già esistenti, nel caso in cui sia tecnicamente impossibile procedere all'adeguamento.