

QUADERNI PER LA PROGETTAZIONE

---

# LA PROGETTAZIONE DELLE STRADE

Guida pratica alla corretta applicazione  
dei Decreti Ministeriali 05/11/01  
(G.U. n. 3 del 04/01/02), 22/04/04  
(G.U. n.147 del 25/06/04) e 19/04/06  
(G.U. n. 170 del 24/07/06)

II Edizione

di  
MICHELE AGOSTINACCHIO  
DONATO CIAMPA  
SAVERIO OLITA

 **EPC**  
EDITORE

# INDICE GENERALE

Premessa alla seconda edizione.....	11
Premessa alla prima edizione .....	13

---

## CAPITOLO 1

DEFINIZIONI E RIFERIMENTI NORMATIVI .....	15
---	----

---

## CAPITOLO 2

LE RETI STRADALI .....	17
2.1 Le reti .....	17
2.1.1 <i>Rete Primaria</i> .....	18
2.1.2 <i>Rete Principale</i> .....	19
2.1.3 <i>Rete Secondaria</i> .....	19
2.1.4 <i>Rete Locale</i> .....	19
2.1.5 <i>Livello Terminale</i> .....	20
2.2 Le strade .....	21

---

## CAPITOLO 3

CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CRITERI COMPOSITIVI DELLA PIATTAFORMA .....	25
3.1 Premessa .....	25
3.2 Individuazione delle categorie di traffico .....	25
3.3 Elementi costitutivi dello spazio stradale .....	30



3.4	Caratteristiche geometriche e di traffico delle sezioni .....	33
3.5	Strade locali a destinazione particolare .....	45
3.6	Esempi di organizzazione della piattaforma stradale .....	45
3.6.1	Scelta della sezione stradale.....	45
3.6.2	Scelta della sezione stradale: autostrade.....	56
3.6.2.1	Calcolo del flusso equivalente .....	59
3.6.2.2	Calcolo della FFS .....	64
3.6.2.3	Calcolo del livello di servizio .....	66
3.6.2.4	Esercizio n. 1: autostrade .....	66
3.6.2.5	Esercizio n. 2: autostrade .....	67
3.6.3	Scelta della sezione stradale: strade multicorsia .....	68
3.6.3.1	Calcolo del flusso equivalente .....	73
3.6.3.2	Calcolo della FFS .....	75
3.6.3.3	Calcolo del livello di servizio .....	77
3.6.3.4	Esercizio: strade a più corsie .....	77
3.6.4	Scelta della sezione stradale: strade bidirezionali a due corsie.....	79
3.6.4.1	Capacità su specifiche pendenze .....	88
3.6.4.2	Esercizio n. 1: strade bidirezionali a due corsie .....	92
3.6.4.3	Esercizio n. 2: strade bidirezionali a due corsie .....	93
3.6.4.4	Esercizio n. 3: strade bidirezionali a due corsie .....	95
3.6.4.5	Esercizio n. 4: strade bidirezionali a due corsie .....	97

---

## CAPITOLO 4

ORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE .....	101
4.1 Sezione stradale in sede artificiale .....	101
4.1.1 Opere di scavalco e sottopassi.....	101
4.1.1.1 Opere di scavalco (ponti, viadotti, sovrappassi) .....	101
4.1.1.2 Sottopassi.....	103
4.1.2 Gallerie.....	105



4.1.2.1	<i>Gallerie su strade a carreggiate separate e indipendenti</i> .....	107
4.1.2.2	<i>Gallerie su strade a carreggiata unica bidirezionale</i> .....	108
4.2	<i>Corsie supplementari per i veicoli lenti</i> .....	111
4.3	<i>Elementi marginali e di arredo della sede stradale</i> .....	114
4.3.1	<i>Margine interno</i> .....	114
4.3.2	<i>Margine laterale</i> .....	115
4.3.3	<i>Margine esterno</i> .....	115
4.3.4	<i>Cigli e cunette</i> .....	115
4.3.4.1	<i>Sezione a trapezio isoscele</i> .....	118
4.3.4.2	<i>Sezione a trapezio scaleno</i> .....	118
4.3.4.3	<i>Sezione a profilo variabile</i> .....	118
4.3.4.4	<i>Sezione alla Francese</i> .....	119
4.3.5	<i>Marciapiedi</i> .....	119
4.3.6	<i>Piazzole di sosta</i> .....	119
4.3.7	<i>Dispositivi di ritenuta ed altri elementi di arredo funzionale</i> .....	120

---

## CAPITOLO 5

GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE	.....	121
5.1	<i>Distanze di visibilità</i> .....	121
5.1.1	<i>Visuali libere</i> .....	121
5.1.2	<i>Distanza di visibilità per l'arresto</i> .....	122
5.1.2.1	<i>Calcolo di <math>D_1</math></i> .....	122
5.1.2.2	<i>Calcolo di <math>D_2</math></i> .....	124
5.1.2.3	<i>Calcolo della Distanza di visibilità per l'arresto: procedimento operativo</i> .....	128
5.1.3	<i>Distanza di visibilità per il sorpasso</i> .....	130
5.1.4	<i>Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia</i> .....	133

5.1.5	<i>Applicazioni progettuali</i> .....	133
5.1.6	<i>Esempio</i> .....	135
5.2	<i>Andamento planimetrico dell'asse</i> .....	136
5.2.1	<i>Criteri di composizione dell'asse</i> .....	136
5.2.2	<i>Elementi del tracciato planimetrico</i> .....	137
5.2.2.1	<i>Rettifili</i> .....	137
5.2.2.2	<i>Curve circolari</i> .....	140
5.2.3	<i>Pendenze trasversali della piattaforma nei rettifili</i> .....	143
5.2.4	<i>Pendenze trasversali della piattaforma in funzione del raggio delle curve circolari e delle velocità</i> .....	144
5.2.5	<i>Curve a raggio variabile</i> .....	155
5.2.5.1	<i>Clotoide</i> .....	158
5.2.5.2	<i>Clotoide: relazioni tra le grandezze A, r, s, <math>\tau</math></i> .....	160
5.2.5.3	<i>Equazione cartesiana della clotoide</i> .....	162
5.2.5.3.1	<i>Equazione cartesiana della clotoide: metodo I</i> .....	162
5.2.5.3.2	<i>Equazione cartesiana della clotoide: metodo II</i> .....	164
5.2.5.4	<i>Clotoide: calcolo degli elementi geometrici caratteristici</i> .....	166
5.2.5.4.1	<i>Coordinate finali <math>X_f</math> e <math>Y_f</math></i> .....	167
5.2.5.4.2	<i>Scostamento <math>\Delta R</math></i> .....	167
5.2.5.4.3	<i>Coordinate <math>X_M</math> e <math>Y_M</math> del centro della curva circolare</i> .....	169
5.2.5.4.4	<i>Tangente lunga <math>T_L</math></i> .....	171
5.2.5.4.5	<i>Tangente corta <math>T_K</math></i> .....	171
5.2.5.4.6	<i>Angolo di direzione <math>\sigma</math></i> .....	172
5.2.5.4.7	<i>Corda <math>l_c</math></i> .....	172
5.2.5.5	<i>Definizione del parametro A in funzione di R e <math>\Delta R</math></i> ....	174
5.2.5.6	<i>Clotoidi: verifica del parametro di scala "A"</i> .....	176
5.2.5.6.1	<i>Criterio dinamico o di limitazione del contraccollo</i> .....	177
5.2.5.6.2	<i>Criterio costruttivo o della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata</i> .....	181
5.2.5.6.3	<i>Criterio ottico</i> .....	185

5.2.5.7	Definizione del parametro $A$ in funzione della velocità di sterzata .....	189
5.2.5.8	Inserimento del raccordo clotoidico .....	190
5.2.5.9	Inserimento clotoidico: raccordo a raggio conservato .....	191
5.2.5.10	Tracciamento della clotoide .....	194
5.2.5.11	Esempio di impiego della clotoide unitaria .....	195
5.2.5.12	La clotoide di flesso o linee ad $S$ .....	200
5.2.5.13	Clotoide di flesso: trattazione rigorosa .....	201
5.2.5.14	Clotoide di flesso: trattazione approssimata .....	204
5.2.5.15	Clotoide di flesso dissimmetrica .....	206
5.2.5.16	Clotoide di continuità .....	207
5.2.5.17	Clotoide di continuità: trattazione rigorosa .....	209
5.2.5.18	Clotoide di continuità: trattazione approssimata .....	211
5.2.5.19	Clotoide di continuità: caso particolare I .....	212
5.2.5.20	Clotoide di continuità: caso particolare II .....	213
5.2.5.21	Clotoide di continuità: caso particolare III .....	213
5.2.5.22	Clotoidi multiparametro .....	215
5.2.5.23	$A_{\min}$ per clotoidi multiparametro .....	215
5.2.5.24	Clotoide multiparametro: calcolo degli elementi geometrici caratteristici .....	215
5.2.5.25	Clotoide multiparametro: elementi caratteristici .....	219
5.2.5.26	Clotoide multiparametro: esempio applicativo n. 1 ....	219
5.2.5.27	Clotoide multiparametro: esempio applicativo n. 2 ....	221
5.2.5.28	Clotoide multiparametro: raccordo rettilineo-cerchio .....	222
5.2.5.29	Clotoide multiparametro: esempio applicativo n. 3 ....	224
5.2.5.30	Clotoide multiparametro di flesso .....	226
5.2.5.31	Clotoide multiparametro di flesso: limitazioni sui parametri di scala $A_1$ e $A_2$ .....	226
5.2.5.32	Clotoide multiparametro di flesso: elementi caratteristici .....	227
5.2.5.33	Clotoide multiparametro di flesso: esempio applicativo .....	237
5.2.5.34	Clotoide multiparametro di continuità .....	238



5.2.5.35	Clotoide multiparametro di continuità: limitazioni sul parametro di scala $A$ .....	238
5.2.5.36	Clotoide multiparametro di continuità: elementi caratteristici .....	239
5.2.5.37	Clotoide multiparametro: considerazioni dinamiche conclusive .....	240
5.2.6	Pendenze trasversali nelle curve a raggio variabile.....	249
5.2.6.1	Valori massimi della pendenza $\Delta i$ .....	251
5.2.6.2	Valori minimi della pendenza $\Delta i$ .....	251
5.2.7	Allargamento della carreggiata in curva .....	256
5.3	Andamento altimetrico dell'asse .....	261
5.3.1	Elementi del profilo altimetrico .....	261
5.3.2	Raccordi verticali.....	263
5.3.2.1	Formulazione analitica del raccordo parabolico .....	269
5.3.2.2	Tracciamento del raccordo parabolico .....	271
5.3.2.3	Elementi geometrici del raccordo parabolico .....	272
5.3.2.3.1	Calcolo delle coordinate del vertice $A$ .....	272
5.3.2.3.2	Calcolo della freccia $f$ .....	273
5.3.3	Raccordi verticali convessi e dossi.....	274
5.3.3.1	Procedimento operativo per il calcolo di $R_v$ ; raccordi verticali convessi e dossi .....	275
5.3.3.2	Esempio .....	277
5.3.4	Raccordi verticali concavi e sacche .....	281
5.3.4.1	Procedimento operativo per il calcolo di $R_v$ ; raccordi verticali concavi e sacche .....	283
5.3.4.2	Esempio .....	284
5.3.5	Ulteriori prescrizioni di Normativa sul valore minimo del raggio.....	288
5.4	Diagramma delle velocità .....	289
5.4.1	Lunghezza di transizione.....	292
5.4.2	Distanza di riconoscimento.....	293
5.4.3	Esame del diagramma delle velocità.....	294
5.4.4	Costruzione del diagramma delle velocità .....	295

5.4.4.1	Costruzione del diagramma delle velocità - Prima Fase .....	298
5.4.4.2	Costruzione del diagramma delle velocità - Fase Finale .....	299
5.5	Coordinamento plano-altimetrico .....	310
5.5.1	Posizione del raccordo verticale.....	310
5.5.2	Difetti di coordinamento fra elementi planimetrici ed altimetrici.....	311
5.5.3	Perdita di tracciato.....	312

---

## CAPITOLO 6

LE INTERSEZIONI STRADALI .....	315
6.1 Premessa .....	315
6.2 Problema della visibilità nelle intersezioni a raso .....	329
6.2.1 Indicazioni generali di visibilità delle intersezioni.....	334
6.3 Caratteristiche geometriche e funzionali delle intersezioni a raso .....	335
6.4 Dimensionamento delle corsie di marcia e delle corsie specializzate nelle intersezioni lineari a raso e a livelli sfalsati ..	342
6.4.1 Corsie di marcia .....	344
6.4.2 Corsie di uscita (o di diversione).....	344
6.4.3 Corsie di accumulo per la svolta a sinistra.....	350
6.4.3.1 Esempio di dimensionamento di una corsia di accumulo per la svolta a sinistra .....	357
6.4.4 Corsie di entrata (o di immissione) .....	358
6.5 Andamento del ciglio della carreggiata nelle zone di raccordo .....	363
6.6 Intersezioni a rotatoria .....	367
6.7 Intersezioni a livelli sfalsati .....	372
6.7.1 Tipologie di svincoli.....	379
6.7.1.1 Svincolo con una sola rampa o monoquadrante .....	379
6.7.1.2 Svincolo con due rampe in quadranti opposti o in quadranti adiacenti .....	380





6.7.1.3	<i>Svincolo a rombo</i>	381
6.7.1.4	<i>Svincolo a trombetta</i>	382
6.7.1.5	<i>Svincolo a quadrifoglio</i>	383
6.7.1.6	<i>Svincolo a rotatoria</i>	384
6.7.1.7	<i>Svincolo a quattro livelli</i>	385
6.7.1.8	<i>Svincolo direzionale completo</i>	385
6.8	Alcuni esempi di intersezioni a livelli sfalsati	386
6.9	Considerazioni conclusive sulle intersezioni	394

---

## APPENDICE A

Stralci del D.P.R. 16/12/1992 n. 495 - come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610	395
--	-----

---

## APPENDICE B

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 0.75$	401
---	-----

---

## APPENDICE C

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 1.00$	419
---	-----

---

## APPENDICE D

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 1.25$	437
---	-----

---

## APPENDICE E

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 1.50$	455
---	-----

---

## APPENDICE F

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 2.00$	473
---	-----

---

## APPENDICE G

TABELLAZIONE DELLA CLOTOIDE UNITARIA - $n = 3.00$	491
---	-----

BIBLIOGRAFIA	509
--------------	-----

# Premessa alla seconda edizione



*In considerazione del notevole successo riscontrato dalla I edizione del presente Volume, già oggetto di ben tre ristampe, gli Autori, di concerto con la Casa Editrice, hanno ritenuto di procedere alla II edizione, ampliandone la trattazione con l'inserimento del Capitolo 6, interamente dedicato al D.M. 19/04/2006 (G.U. n. 170 del 24/07/2006) "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Intersezioni Stradali".*

*In tal senso il presente Volume, oltre a confermare la sua valenza di guida pratica per la corretta applicazione del D.M. 05/11/2001 e sue modifiche ed integrazioni (D.M. 22/04/2004), vuol fornire un ulteriore contributo mirato alla più vasta conoscenza ed applicazione della Normativa sulle Intersezioni Stradali, resa anch'essa cogente, in forza di legge (D.M. 19/04/2006), sempre con l'obiettivo di incrementare la sicurezza della circolazione e del traffico nel trasporto su gomma.*

*Nel nuovo Capitolo si è provveduto ad analizzare la tipologia, la funzione e la geometria delle intersezioni a raso ed a livelli sfalsati, riportando anche alcuni esempi pratici, utili per una maggiore comprensione per coloro che, per la prima volta, debbono confrontarsi con tali argomenti.*

*In particolare grande importanza è stata data al problema "visibilità" delle intersezioni stradali, soprattutto consci del fatto che gran parte del costruito ed esistente dimostra gravi deficit in tale contesto, rendendo alcune intersezioni significativamente pericolose.*

*Le caratteristiche geometriche e funzionali delle intersezioni, il dimensionamento delle corsie di marcia e specializzate (di immissione, accumulo e diversione) trovano adeguata trattazione nel nuovo Capitolo che, rimandando un maggior approfondimento ad altri testi disponibili in materia, esamina anche le intersezioni a rotatoria e quelle a livelli sfalsati in conformità ai dettami del Codice della Strada.*

*In conclusione il Volume, pur se aggiornato ed ampliato, conserva sempre la medesima finalità iniziale, volendo esplicitamente rappresentare un concreto ed efficace aiuto per coloro che, a vario titolo, e cioè da Studenti Universitari, da Liberi Professionisti e/o da Funzionari di Pubbliche Amministrazioni (Comuni, Province, Regioni, Anas, Comunità Montane, Enti di Sviluppo ecc.) abbiano necessità di cimentarsi con il complesso, ma nello stesso tempo avvincente ed interessante mondo della progettazione delle infrastrutture di trasporto su gomma.*

**Gli Autori**

# Premessa alla prima edizione



*Il presente volume prende le mosse da alcuni seminari svolti dal sottoscritto presso diversi Enti, quali ad esempio il Comune di Ancona, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza e Matera ecc., organizzati al fine di presentare e discutere la Normativa Stradale edita con D.M. 05/11/01.*

*Tale Normativa trova origine nell'art. 13, comma 1, del Codice della Strada, che ne prevede l'emanazione da parte del competente Ministero (LL.PP.), sentiti il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed il C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche).*

*In particolare il C.N.R., tramite la Commissione di Studio per le norme relative ai materiali e progettazione, costruzione e manutenzione di cui il sottoscritto è componente ormai da numerosi anni, ha approvato in data 13/11/98 il documento normativo di base, poi pubblicato nel Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 3 del 4 Gennaio 2002, Serie generale.*

*La prima importante considerazione relativa alla predetta Normativa Stradale riguarda la nuova veste editoriale tramite Decreto Ministeriale, e quindi differente dalle precedenti edizioni curate dal C.N.R. con la sola etichetta di Istruzioni e Raccomandazioni non cogenti.*

*È pertanto evidente il passaggio epocale messo in atto, considerato che si è voluta destinare alla Normativa Stradale la stessa dignità di stampa riservata, già da tempo, ad altre Normative del Settore dell'Ingegneria Civile riguardanti, ad esempio, le costruzioni in calcestruzzo di cemento armato ed acciaio, o la geotecnica e le opere in terra.*

*La valenza di un'edizione ministeriale rende a tutti gli effetti la Normativa Stradale cogente in forza di legge, con la conseguenza che ad essa debbono uniformarsi i Progettisti di Infrastrutture Viarie per il trasporto su gomma.*

*Numerose risultano le novità introdotte dalla Normativa in questione, che sostituisce la precedente edita dal C.N.R. nel 1980, e tra queste sono da sottolineare:*

- una nuova organizzazione della piattaforma stradale;
- l'impiego di intervalli di velocità di progetto più ampi;
- la presenza di corsie di emergenza in galleria;
- una migliore impostazione della geometria dell'asse stradale;

- *l'introduzione dei diagrammi di velocità per la verifica dei tracciati.*

*In buona sostanza detta Normativa persegue, ancora con maggior vigore rispetto alle precedenti edizioni, l'obiettivo di migliorare la sicurezza della circolazione tramite tutta una serie di provvedimenti che, nel presente volume, vengono analizzati punto per punto per favorirne una maggiore comprensione, anche a favore dei Tecnici non laureati, che operano con responsabilità tecnica presso Enti Pubblici quali Comuni, Province, Comunità Montane ecc.*

*Si precisa, inoltre, come la presente edizione recepisca anche il contenuto del D.M. 22/4/2004, pubblicato in G.U. n. 147 del 25/06/2004, che modifica il D.M. 05/11/2001 nella misura in cui ne limita l'osservanza al caso di strade di nuova costruzione, prevedendo, per gli adeguamenti delle strade esistenti, la predisposizione di nuove norme finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza e al miglioramento funzionale della circolazione, nel rispetto dei vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, delle condizioni locali, nonché delle esigenze della continuità di esercizio. In attesa dell'emanazione di una nuova specifica normativa, ad oggi non ancora varata, il contenuto del D.M. 05/11/2001 è, comunque, da considerare di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti.*

*In conclusione il presente testo costituisce un valido ausilio a coloro che, sia negli studi universitari, sia nella pratica professionale, si occupano di infrastrutture di trasporto su gomma.*

**Prof. Ing. Michele AGOSTINACCHIO**

# DEFINIZIONI E RIFERIMENTI NORMATIVI

Si definisce “strada” l’area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Le Norme che formano oggetto di questo testo definiscono i criteri per la progettazione degli aspetti funzionali e degli elementi geometrici delle strade, in relazione alla loro classificazione secondo il Codice della Strada. La qualificazione funzionale della strada è basata sui tipi di utenti e di attività ammesse sulle strade stesse, tenuto conto della situazione ambientale in cui esse sono inserite. I criteri di progettazione riguardano gli elementi geometrici dell’asse e della piattaforma delle strade urbane ed extraurbane, affinché la circolazione degli utenti ammessi si svolga con sicurezza e regolarità. Nello specifico, per i veicoli motorizzati le presenti Norme perseguono lo scopo di indurre i conducenti a non superare i valori di velocità posti a base della progettazione.

La domanda di trasporto, individuata dal volume orario di traffico, dalla sua composizione e della velocità media di deflusso, determina, come scelta progettuale, la sezione stradale e l’intervallo della velocità di progetto. In particolare, la scelta del numero di corsie di marcia della sezione stradale e della loro tipologia definisce l’offerta di traffico, mentre la scelta dell’intervallo di velocità di progetto condiziona, in relazione all’ambiente attraversato dall’infrastruttura, le caratteristiche plano-altimetriche dell’asse e le dimensioni dei vari elementi della sezione.

Con il termine “intervallo di velocità di progetto” si intende il campo dei valori in base ai quali devono essere definite le caratteristiche dei vari elementi di tracciato della strada (rettifili, curve circolari, curve a raggio variabile). Detti valori variano da elemento ad elemento, allo scopo di consentire al Progettista una certa libertà di adeguare il tracciato al territorio attraversato.

Il limite superiore dell’intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti del tracciato, date le caratteristiche di sezione della strada. Essa è comunque almeno pari alla velocità massima di utenza consentita dal Codice per i diversi tipi di strada (limiti generali di velocità).

Il limite inferiore dell’intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti per una strada di assegnata sezione.

Nel fissare le velocità di progetto di due elementi successivi e contigui del



tracciato stradale si dovrà evitare l'adozione dei valori minimo e massimo dell'intervallo prefissato. Inoltre il passaggio da un elemento con una certa velocità di progetto ad un altro con velocità di progetto sensibilmente diversa dovrà avvenire con i criteri di gradualità successivamente prescritti.

Si osservi che, in situazioni favorevoli per conformazione del territorio interessato dal tracciato e per assenza di vincoli di qualunque tipo, è consigliabile, senza un sensibile aggravio dei costi di costruzione, adottare per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti, una velocità di riferimento maggiore del limite inferiore dell'intervallo previsto. Le Norme di questo testo si riferiscono alla costruzione di tutti i tipi di strade previste dal Codice, con esclusione di quelle di montagna collocate su terreni morfologicamente difficili, per le quali non è generalmente possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito previsti. Inoltre queste Norme non considerano particolari categorie di strade urbane, quali ad esempio quelle collocate in zone residenziali, che necessitano di particolari arredi, quali anche i dispositivi per la limitazione della velocità dei veicoli, né quelle locali a destinazione particolare.

Parimenti, esse non riguardano la progettazione geometrica e funzionale delle intersezioni.

Per quanto attiene ad interventi su strade esistenti, si evidenzia che, con l'emanazione del D.M. 22/04/2004 che limita l'osservanza del D.M. 05/11/2004 al solo caso di strade di nuova costruzione, la Direzione generale per le Strade e Autostrade è stata investita del mandato di predisporre, entro il termine di sei mesi dalla pubblicazione del predetto D.M. 22/04/04, nuove norme per gli interventi di adeguamento delle infrastrutture esistenti. Fino all'emanazione delle suddette norme, i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda le distanze minime (in parallelo alla strada) a protezione della piattaforma e delle pertinenze, occorre fare riferimento al Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice (D.P.R. 16/12/1992 n. 495-artt. 26, 27 e 28 e succ. mod. e int.). Peraltro si raccomanda alla sensibilità del Progettista la previsione progettuale vincolante di idonei distanziamenti, rispetto la strada, di recinzioni, alberature, esercizi di vendita ecc., in modo tale da non pregiudicare la sicurezza di tutti gli utenti e la scorrevolezza del traffico. Rimane inoltre ai Progettisti la possibilità di proporre soluzioni innovative rispetto alle Norme, con l'obbligo che esse debbano venire comunque approvate secondo le modalità precisate all'articolo 13 del Codice.

# LE RETI STRADALI

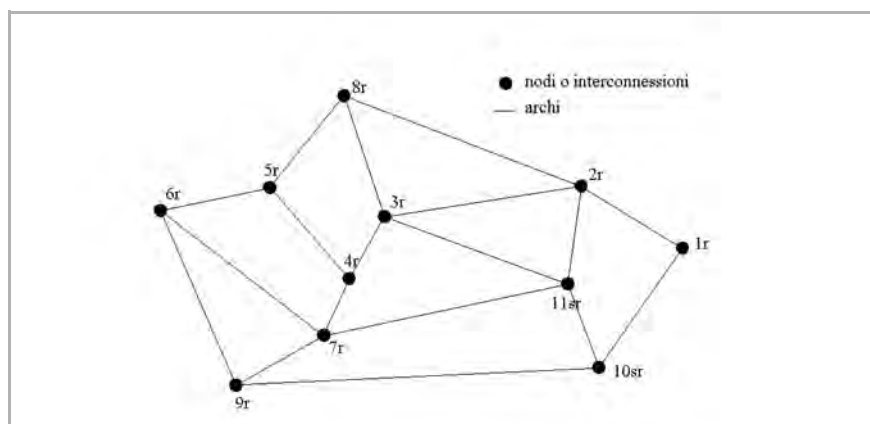
## 2.1 Le reti

Si definisce **rete stradale** il complesso di tutti i collegamenti stradali (*strade*) posti al servizio di un determinato territorio.

L'elemento base della rete stradale è quindi rappresentato dalla **strada** definita come *area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali*.

In generale il sistema **globale** delle infrastrutture stradali viene rappresentato mediante un **grafo**, costituito da un insieme di **nodi** (o **interconnessioni**) collegati fra loro tramite **archi** (Cfr. Figura 2.1). Valgono a tal proposito le seguenti definizioni:

- **nodo** - centro del territorio in cui si originano o terminano gli spostamenti ovvero punto di intersezione tra due o più strade;
- **arco** - collegamento tra due nodi (strada).



La nuova Normativa, ritenendo indispensabile una classificazione **funzionale** delle strade - in accordo con quanto prescritto dal Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 30/04/1992 n. 285) - individua alcuni *fattori* che consentono di collocare la rete oggetto di studio in una **classe** ben precisa.



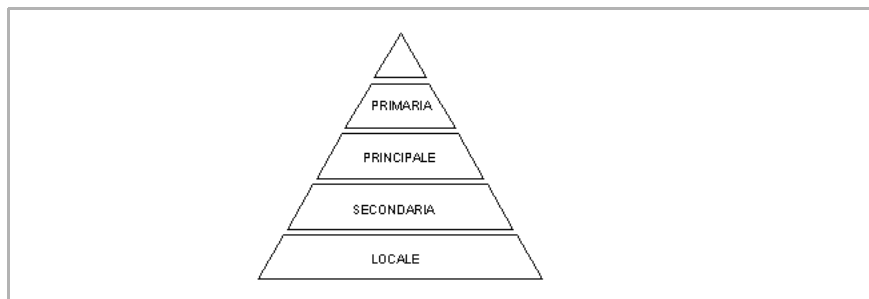
**Figura 2.1**  
Schematizzazione di una rete stradale

Tali fattori sono:

- **il tipo di movimento servito** (*transito, distribuzione, penetrazione, accesso*);
- **l'entità dello spostamento** (*ovvero la distanza mediamente percorsa dai veicoli*);
- **la funzione assunta nel contesto territoriale attraversato** (*collegamento nazionale, interregionale, provinciale, locale*);
- **le componenti del traffico e le relative categorie** (*veicoli leggeri, veicoli pesanti, motoveicoli, pedoni, ecc.*).

Secondo un principio universalmente accettato nell'organizzazione delle reti stradali, la Normativa considera una classificazione di tipo **gerarchico** (Cfr. Figura 2.2) che individua **quattro livelli di rete**:

**Figura 2.2**  
Organizzazione gerarchica delle reti stradali



- I Livello: **Rete PRIMARIA**;
- II Livello: **Rete PRINCIPALE**;
- III Livello: **Rete SECONDARIA**;
- IV Livello: **Rete LOCALE**.

Procedendo in ordine decrescente nella suddetta gerarchia, la velocità di percorrenza decresce e la qualità del servizio offerto diminuisce rapidamente all'aumentare del flusso di traffico.

Le caratteristiche dei quattro livelli di rete, in funzione dei quattro fattori caratterizzanti introdotti dalla Normativa, vengono di seguito esaminate.

### **2.1.1 Rete Primaria**

La *rete primaria* individua il livello più importante del sistema globale delle infrastrutture stradali poste a servizio di un determinato territorio.



Viene percorsa da *componenti limitate di traffico* (autoveicoli, motocicli, ecc.) e serve un *movimento di transito e di scorrimento* sulle *lunghe distanze*.

La sua *funzione territoriale* risulta, quindi, di *valenza nazionale ed interregionale* in ambito extraurbano e/o di *intera area urbana* in ambito urbano.

---

### **2.1.2 Rete Principale**

La *rete principale* rappresenta il secondo livello del sistema globale delle infrastrutture stradali poste a servizio di un determinato territorio.

Viene percorsa da *componenti limitate di traffico* (autoveicoli, motocicli, ecc.) e serve un *movimento di distribuzione (collegamento)* dalla *rete primaria* alla *secondaria* ed eventualmente alla *locale* sulle *medie distanze*.

La sua *funzione territoriale* risulta quindi di *valenza interregionale e regionale* in ambito extraurbano e/o *interquartiere* in ambito urbano.

---

### **2.1.3 Rete Secondaria**

La *rete secondaria* rappresenta il terzo livello del sistema globale delle infrastrutture stradali poste a servizio di un determinato territorio.

Viene percorsa da *tutte le componenti di traffico* (autoveicoli, motocicli, macchine agricole, macchine operatrici, pedoni, ecc.) e serve un *movimento di penetrazione (ingresso)* verso la *rete locale* su *distanze ridotte*.

La sua *funzione territoriale* risulta quindi di *valenza provinciale ed interlocale* in ambito extraurbano e/o di *quartiere* in ambito urbano.

---

### **2.1.4 Rete Locale**

La *rete locale* rappresenta il quarto ed ultimo livello del sistema globale delle infrastrutture stradali poste a servizio di un determinato territorio.

Viene percorsa da *tutte le componenti di traffico* (autoveicoli, motocicli, macchine agricole, macchine operatrici, pedoni, ecc.) e serve un *movimento di accesso* verso le zone del territorio di *importanza locale*.

La sua *funzione territoriale* risulta quindi di *valenza interlocale e comunale* in ambito extraurbano e/o di *quartiere* in ambito urbano.



**Tab. 2.1** - Livelli di rete e funzioni caratterizzanti

RETE	MOVIMENTO SERVITO	ENTITÀ DELLO SPOSTAMENTO	FUNZIONE NEL TERRITORIO	COMPONENTI DI TRAFFICO
PRIMARIA	transito scorrimento	distanze lunghe	nazionale e interregionale in ambito extraurbano; di intera area urbana in ambito urbano.	limitate
PRINCIPALE	distribuzione	distanze medie	interregionale e regionale in ambito extraurbano; interquartiere in ambito urbano.	limitate
SECONDARIA	penetrazione	distanze ridotte	provinciale e interlocale in ambito extraurbano; di quartiere in ambito urbano.	tutte
LOCALE	accesso	distanze brevi	interlocale e comunale in ambito extraurbano; interna al quartiere in ambito urbano.	tutte

I quattro livelli di rete e le loro caratteristiche riferite ai fattori di classificazione fissati dalla Normativa sono riepilogati nella Tabella 2.1.

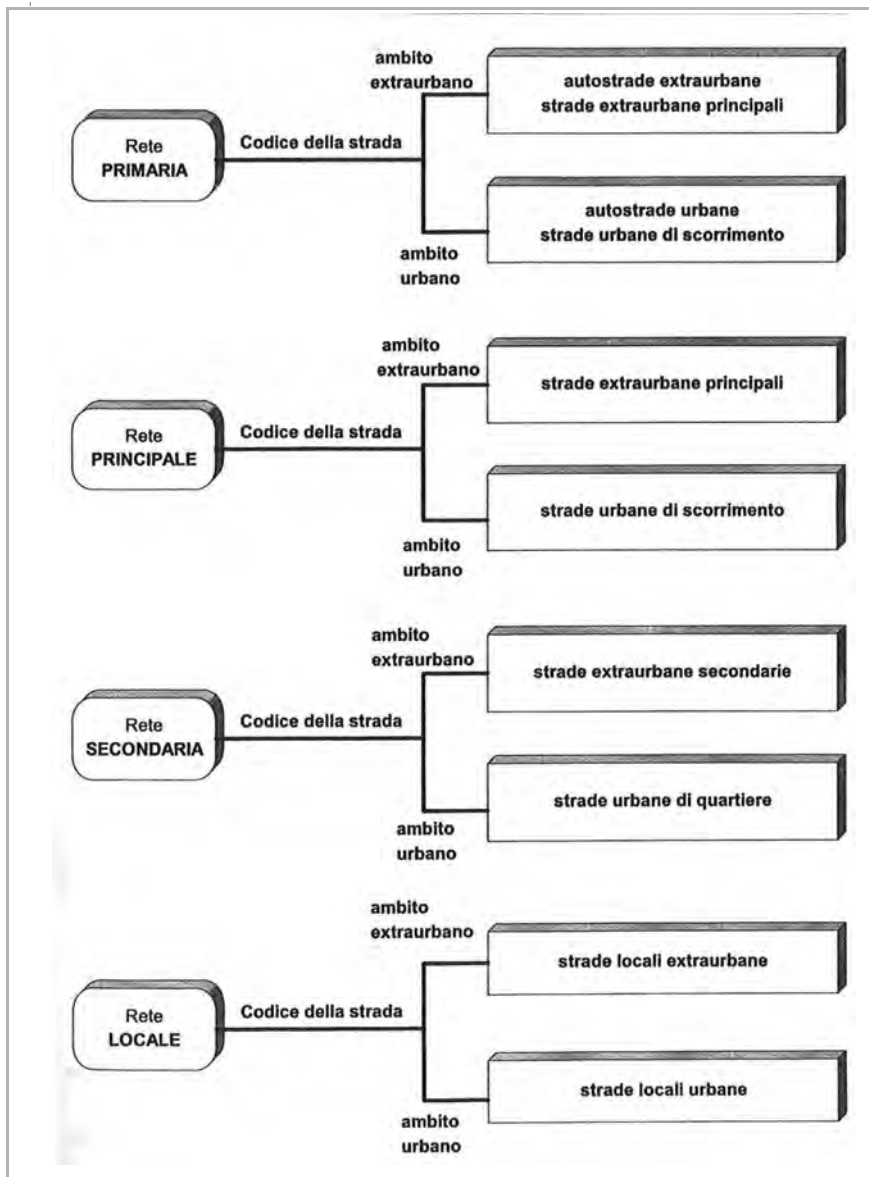
In realtà, così come precisato dalla Normativa, ai quattro livelli di rete riportati nella Tabella 2.1 deve essere aggiunto un *quinto livello (Terminale)* che si identifica con le strutture predisposte alla sosta dei veicoli.

### 2.1.5 Livello Terminale

Il *livello terminale* viene percorso da *tutte le componenti di traffico* (autoveicoli, motocicli, macchine agricole, macchine operatrici, ecc.) e serve un *movimento di sosta*. La sua *funzione territoriale* risulta quindi di valenza *locale*.

Per garantire la continuità e la coerenza con le precedenti disposizioni legislative, la nuova Normativa riporta inoltre la corrispondenza esistente tra gli archi della rete appartenenti ai quattro livelli precedentemente descritti e i tipi di strade previsti dal Codice.

Tale corrispondenza è sintetizzata nello schema di Figura 2.3.



**Figura 2.3**  
Corrispondenza  
tra livelli di rete  
e tipologie  
di strade

## 2.2 Le strade

Una volta collocate le reti stradali nelle rispettive classi funzionali, la Normativa si sofferma sugli elementi che le costituiscono (le **strade**) definendone le caratteristiche di uso e di collocazione più idonee.

L'idea base è quella di omogeneizzare la *funzione principale* assegnata alla singola strada con quella propria della rete di appartenenza.

Tale obiettivo non può, però, essere completamente raggiunto; al massimo si può ottenere una **coerenza funzionale** tra rete ed elemento stradale.

Per tale motivo nella Normativa la singola strada, posta a servizio di un determinato ambito territoriale, è caratterizzata non solo da una **funzione principale** (transito, scorrimento, distribuzione, penetrazione, accesso) propria della classe a cui appartiene, ma anche da eventuali **funzioni secondarie**, corrispondenti alle funzioni principali delle classi contigue a quella propria cui appartiene la strada presa in esame.

Sulla base di queste considerazioni le strade vengono classificate in modo analogo alle reti, per cui si parla propriamente di:

- strada **PRIMARIA**;
- strada **PRINCIPALE**;
- strada **SECONDARIA**;
- strada **LOCALE**.

Ognuna di queste strade ha quindi una **funzione principale**, propria della rete a cui appartiene, e una (o due) **funzioni secondarie** corrispondenti alle funzioni principali delle classi contigue.

Quanto finora affermato viene riassunto nella tabella riepilogativa 2.2.

**Tab. 2.2** - Classificazione delle strade e relative funzioni

FUNZIONE	TIPO DI STRADA			
	PRIMARIA	PRINCIPALE	SECONDARIA	LOCALE
TRANSITO, SCORRIMENTO	Funzione <b>principale</b>	Funzione <b>secondaria</b>		
DISTRIBUZIONE	Funzione <b>secondaria</b>	Funzione <b>principale</b>	Funzione <b>secondaria</b>	
PENETRAZIONE		Funzione <b>secondaria</b>	Funzione <b>principale</b>	Funzione <b>secondaria</b>
ACCESSO			Funzione <b>secondaria</b>	Funzione <b>principale</b>

Per garantire il funzionamento del sistema globale delle infrastrutture stradali, la Normativa considera le **interconnessioni**, ovvero i **nodi** di collegamento tra i diversi elementi della rete (Cfr. Figura 2.1), che possono essere di tipo **omogeneo**, se collegano strade della stessa rete, e di tipo **disomogeneo**, se

collegano strade appartenenti a reti di livello funzionale adiacente.

A seconda della loro collocazione all'interno del sistema globale, le interconnessioni vengono suddivise nelle seguenti classi:

- *interconnessione PRIMARIA* (nella rete *primaria* e tra rete *primaria* e rete *principale*);
- *interconnessione PRINCIPALE* (nella rete *principale* e tra rete *principale* e rete *secondaria*);
- *interconnessione SECONDARIA* (nella rete *secondaria* e tra rete *secondaria* e rete *locale*);
- *interconnessione LOCALE* (nella rete *locale*).

Come già evidenziato, da un punto di vista fisico le **interconnessioni** possono rappresentare i centri del territorio in cui hanno origine o destinazione gli spostamenti, oppure i punti di intersezione delle varie strade. Ovviamente, quanto più diminuisce la loro collocazione gerarchica, tanto più esse risultano presenti sulle reti di appartenenza.

Un esempio completo che evidenzia i quattro livelli di rete e le interconnessioni è riportato nella Figura 2.4 [66].

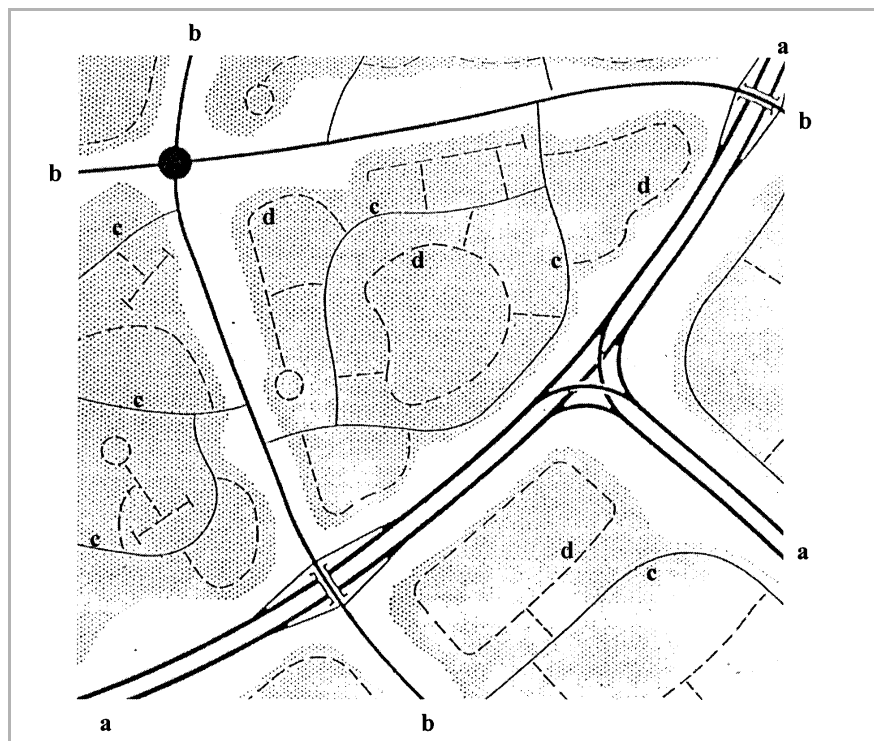


Figura 2.4  
Schema di una  
rete stradale  
e delle sue  
interconnessioni -  
Fonte [66]