



Regione Veneto  
Provincia di Rovigo  
**COMUNE DI BERGANTINO**



Rotatoria nel Comune di Bergantino, messa in sicurezza della SR482 – Strada Eridania con la SP 25 – Via Giovecca

# PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA E DEFINITIVO

ELABORATO	<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</b>			SCALA
<b>2</b>				
REDAZIONE	REVISIONE	DATA	NOTE	
IL SINDACO			IL TECNICO INCARICATO	
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO			<p>Società di Ingegneria <b>PATS s.r.l. engineering</b> progetti per un ambiente e territorio sostenibili</p>  <p>Via Roma n. 27 – Arquà Polesine 45031 (RO) telefono + 39 0425918061 / 0425452058 e-mail: <a href="mailto:tetra.ingegneria@gmail.com">tetra.ingegneria@gmail.com</a></p>	

**ELENCO ELABORATI LR39  
MESSA IN SICUREZZA INCROCIO  
TRA LA SR 482 via ERIDANIA e via GIOVENCA IN  
COMUNE DI BERGANTINO**

**ELABORATI DEL PROGETTO**

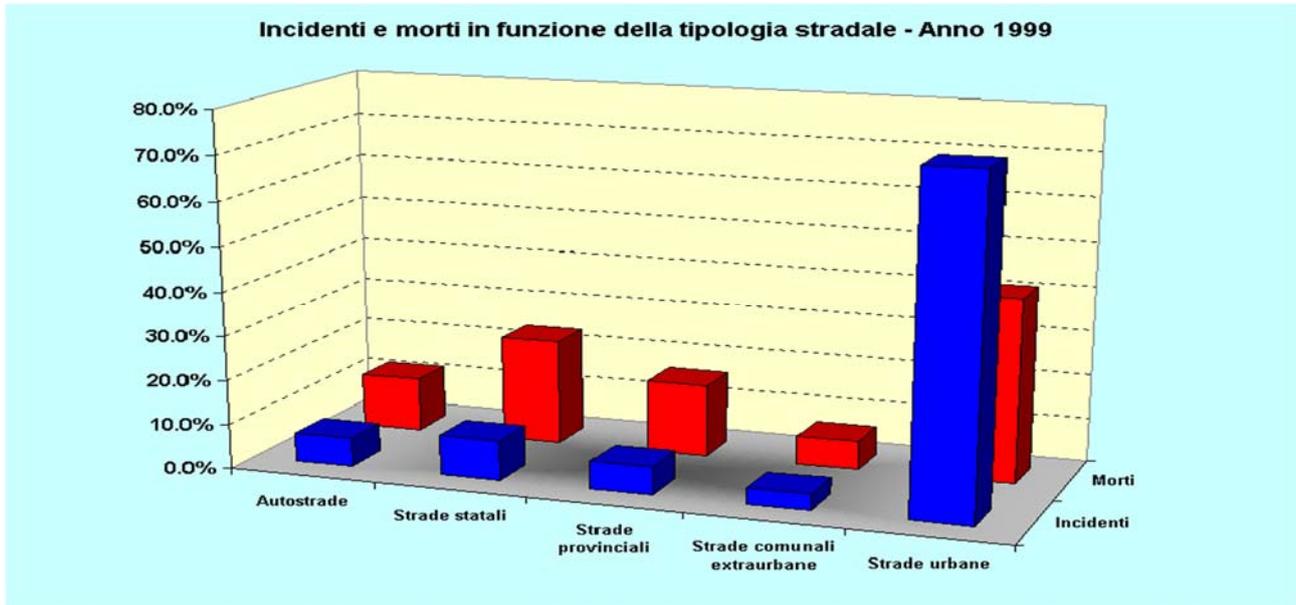
- 1 REALZIONE GENERALE
- 2 RELAZIONE ILLUSTRATIVA
- 3 RELAZIONE SPECIALISTICA
- 4 CORROGRAFIA
- 5 PLANIMETRIE RILIEVO
- 6 PLANIMETRIE PROGETTO
- 7 PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO
- 8 DISCIPLINARE PRESTAZIONALE
- 9 ELENCO PREZZI UNITARI
- 10 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
- 11 PRIME INDICAZIONE SULLA SICUREZZA
- 12 CRONOPROGRAMMA
- 13 QUADRO ECONOMICO

**INDICE DELLA RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

1. SICUREZZA IN AMBITO URBANO
2. NORMATIVA TECNICA
3. ANALISI PRELIMINARE
4. INTERVENTI IN GENERALE
5. CRITERI AMBIENTALI MINIMI
6. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO
7. ELEMENTI DI ARREDO URBANO
8. DESCRIZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE
9. ILLUMINAZIONE ROTATORIE
10. CALCOLO PAVIMENTAZIONE STRADALE
11. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE
12. SISTEMAZIONE A VERDE

## 1. SICUREZZA STRADALE IN AMBITO URBANO

La percentuale più elevata dei sinistri stradali si ha nel contesto urbano, 75% del totale, mentre la mortalità è del 42% per il solo fatto che la velocità consentita risulta inferiore.



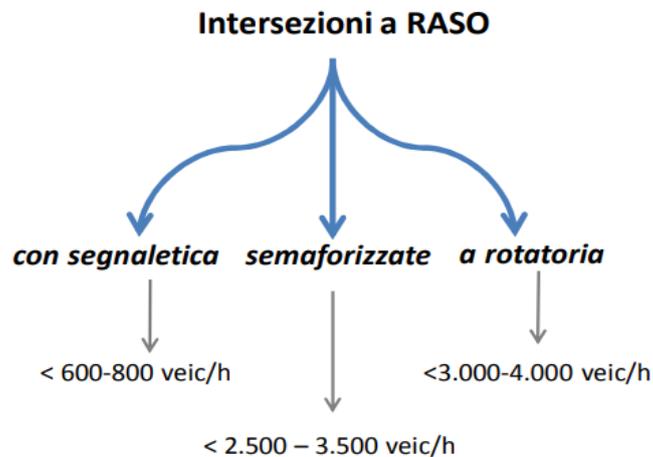
Riguardo alle caratteristiche specifiche dell'incidentalità inerente ai contesti urbani possiamo evidenziare la seguente casistica:

- guida in stato di ebbrezza
- guida distratta
- mancanza delle distanze di sicurezza
- mancato rispetto della precedenza
- mancato rispetto dello stop
- guida contro mano
- eccesso di velocità
- mancato rispetto strisce pedonali
- scarsa illuminazione
- scarsa visibilità

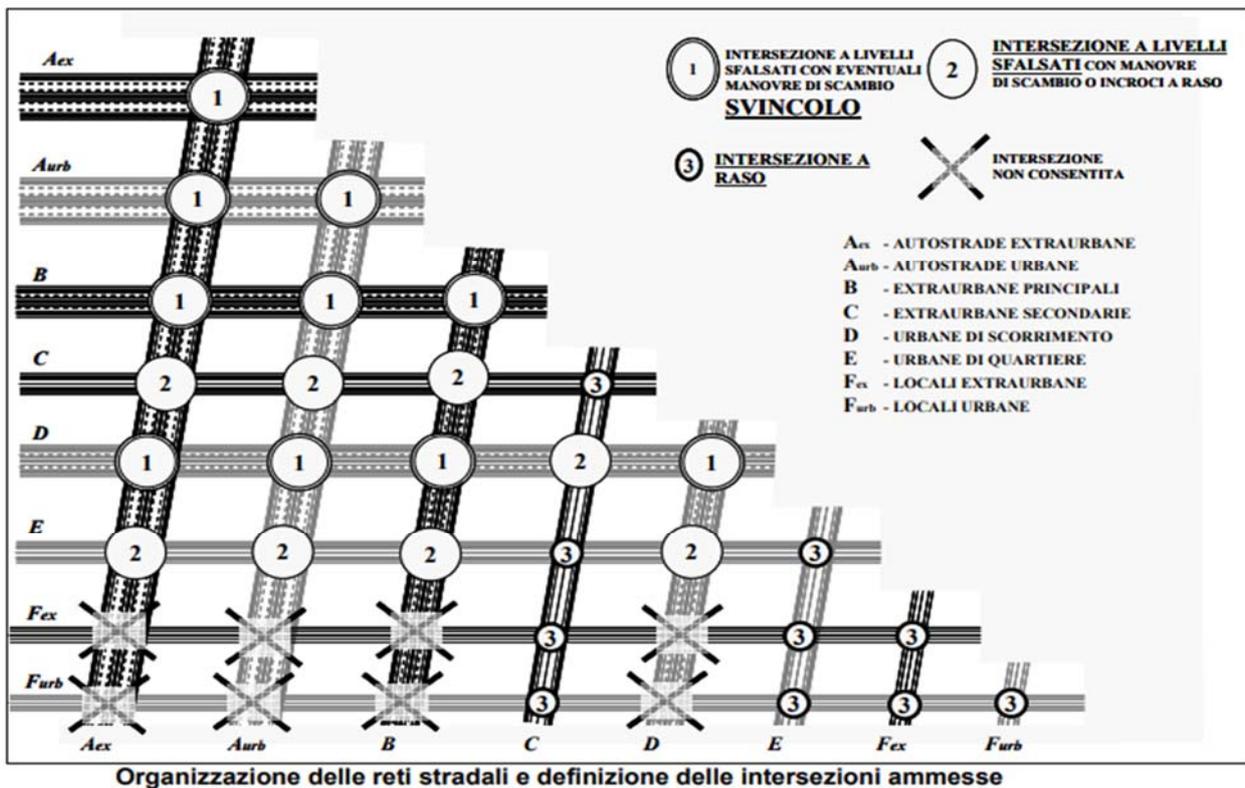
In particolare, poi si può evidenziare che:

- Nel caso della svolta a destra la quota più elevata di incidenti, anche mortali, è dovuta al sorpasso sull'incrocio.
- Nel caso della svolta a sinistra è la manovra contromano e l'eccesso di velocità che determinano il più elevato numero di incidenti.
- Nel caso di entrambe le svolte i dati sulla incidentalità dimostrano che elemento caratterizzante è il mancato rispetto della distanza di sicurezza.

## 2. NORME TECNICHE PER DIMENSIONAMENTO ROTATORIE



Le tipologie di intersezioni realizzabili dipendono dalla tipologia delle strade



Le norme devono essere improntate alla sicurezza della circolazione di tutti gli utenti della strada, alla riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico per la salvaguardia degli occupanti gli edifici adiacenti le strade ed al rispetto dell'ambiente e di immobili di notevole pregio architettonico o storico.

La deroga alle norme di cui al comma 1 è consentita solo per specifiche situazioni allorquando particolari condizioni locali, ambientali, paesaggistiche, archeologiche ed economiche non ne consentono il rispetto, sempre che sia assicurata la sicurezza stradale e siano comunque evitati inquinamenti.

## Intersezioni a rotatoria

Vantaggi:

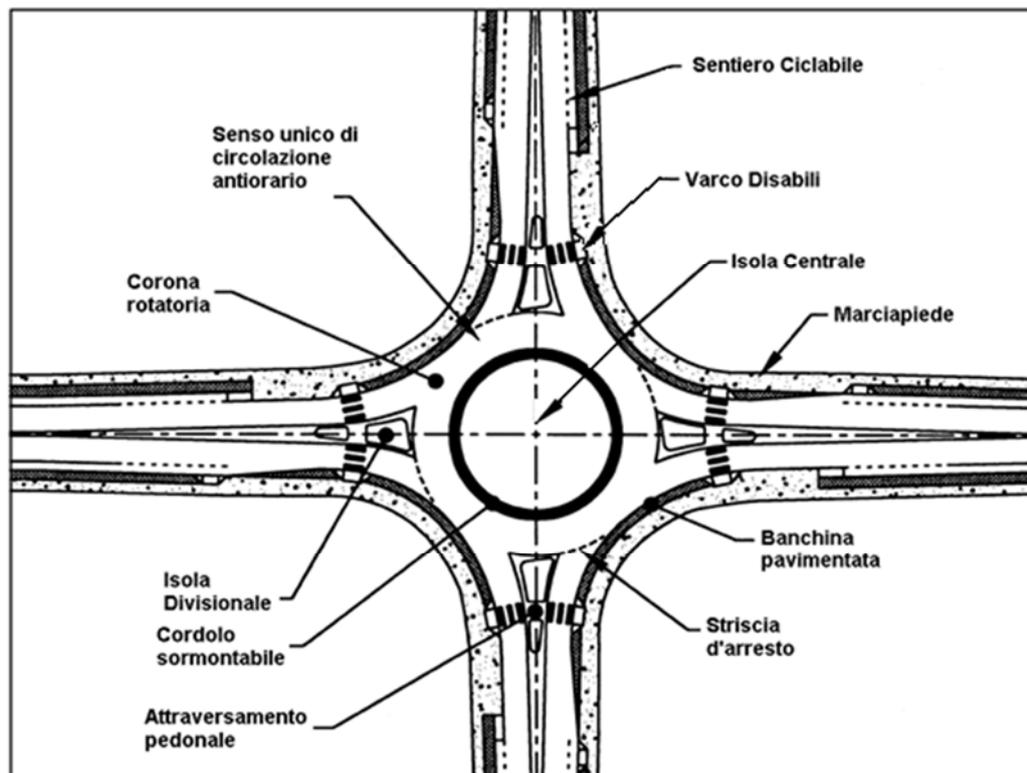
- possono accogliere in modo efficiente 4 rami;
- manovre solo in destra e relative conflittualità;
- drastica riduzione dei punti di conflitto da 32 a 8;
- consentono di fare inversione di marcia in sicurezza;
- non interrompono il flusso;
- velocità moderata/controllata;
- facilitano le svolte e riducono i tempi di attesa;
- migliore gestione delle fluttuazioni di traffico;
- annullano la possibilità di collisioni frontali permangono solo le collisioni laterali.

Sono da preferirsi agli altri tipi di intersezione:

- per volumi di svolte a sinistra superiori a 400 veicoli/giorno;
- per volumi di traffico equivalenti tra i rami.

## Definizione di rotatoria

Per rotatoria si intende una intersezione a raso costituita da un anello, in cui confluiscono i bracci dell'incrocio, che viene percorso a senso unico in direzione antioraria, accompagnata lungo i rami di approccio da idonea segnaletica.



## Caratteristiche delle rotatorie

L'isola centrale risulta inaccessibile e circondata da un anello percorso dal traffico proveniente da più entrate, la circolazione nell'anello comporta necessariamente una riduzione della velocità imposta dalla deflessione delle traiettorie.

## Tipi di rotatorie

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

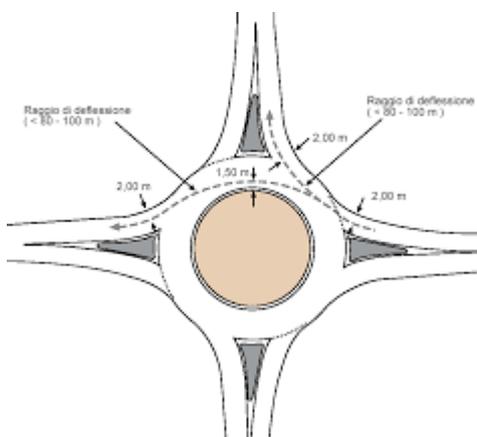
- rotatorie CONVENZIONALI con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;  
per velocità di ingresso comprese tra i 35 e i 40 Km/h
- rotatorie COMPATTE con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m  
per velocità comprese tra i 25 e i 30 Km/h
- rotatorie MINI con diametro esterno compreso tra 14 e 25 m  
per velocità comprese tra i 20 e i 25 Km/h

La sistemazione dell'isola circolare centrale 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;

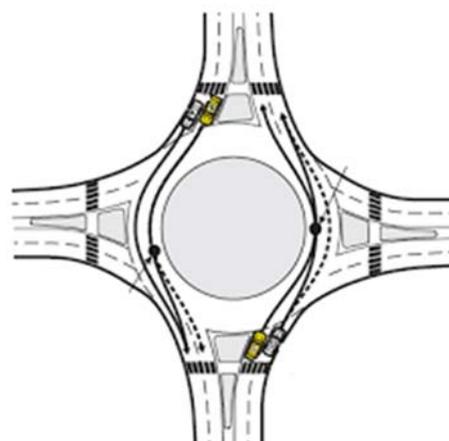
Le rotatorie compatte sono caratterizzate da bordure non sormontabili dell'isola centrale.

## Rotatorie Urbane Compatte

a singola corsia



a doppia corsia

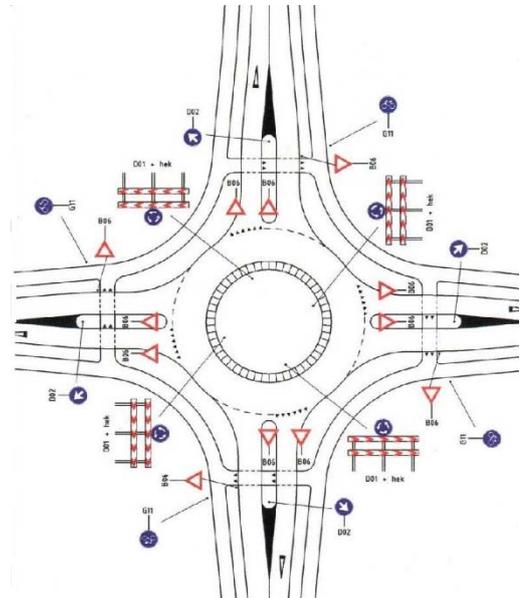
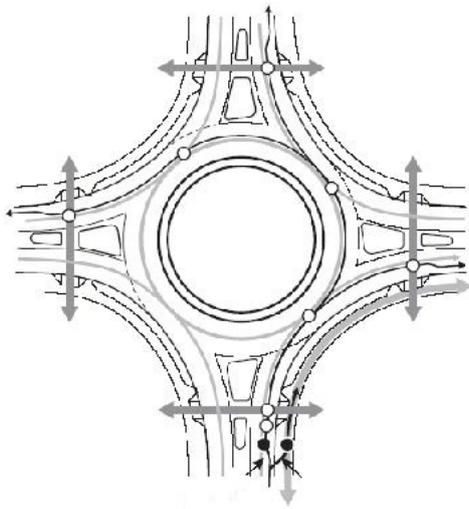


## Rotatorie e attraversamenti pedonali e ciclabili

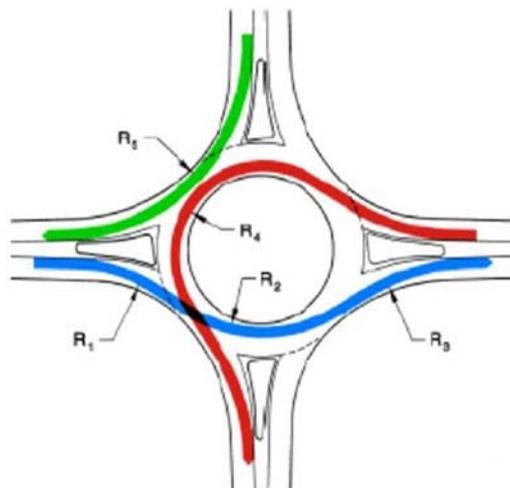
Gli attraversamenti devono essere posizionati ad una distanza di 4÷5 m dalla segnaletica del dare la precedenza.

In questo modo:

- si facilita l'attraversamento dei pedoni in quanto i veicoli in entrata sono in fase di rallentamento e quelli in uscita hanno una velocità moderata;
- si lascia uno spazio adeguato tra la segnaletica del dare la precedenza e l'attraversamento pedonale per accogliere un veicolo;
- si riducono i percorsi pedonali al fine di evitare comportamenti scorretti e pericolosi;
- nel caso di attraversamento anche ciclabile gli utenti si avvistano vicendevolmente



## Raggi operativi



$$R4 < R2 < R3 < R5$$

raggio interno < raggio entrata < raggio uscita < raggio esterno

## Modello di incidentalità

Sebbene le intersezioni costituiscano solo una piccola porzione dell'intero sistema viario, una gran parte degli incidenti, anche mortali, avviene proprio in corrispondenza di esse; le relazioni seguenti, basate su dati statistici, possono fornire l'indice di incidentalità di una rotatoria in funzione di:

- numero rami dell'elemento,
- inclinazione dei rami dell'elemento,
- media annuale del traffico giornaliero,
- lunghezza della traiettoria veicolare nell'elemento geometrico,
- velocità nell'elemento geometrico,
- diminuzione della velocità all'inizio dell'elemento geometrico,
- raggio dell'elemento geometrico,
- flussi all'entrata e all'interno della rotatoria,
- differenza tra flusso di traffico nella strada secondaria e strada principale,

### A. Incidente di veicolo autonomo

$$E(\mu_{\text{singolo}}) = 3.63 * 10^{-14} * Q * L * (S + \Delta S)^2 * [(S + \Delta S)^3 / (R^{1.5} + 47.4)]$$

### B. Incidente di tamponamento

$$E(\mu_{\text{tamponamento}}) = 0.62 * 10^{-11} * Q_a * Q_c^{0.5} * S_a^2$$

### C. Collisione tra veicolo entrante e veicolo circolante

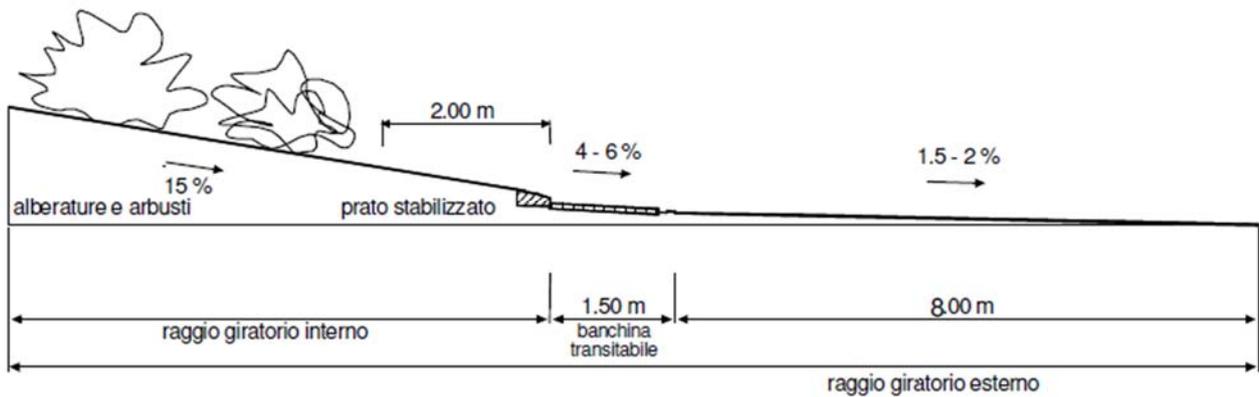
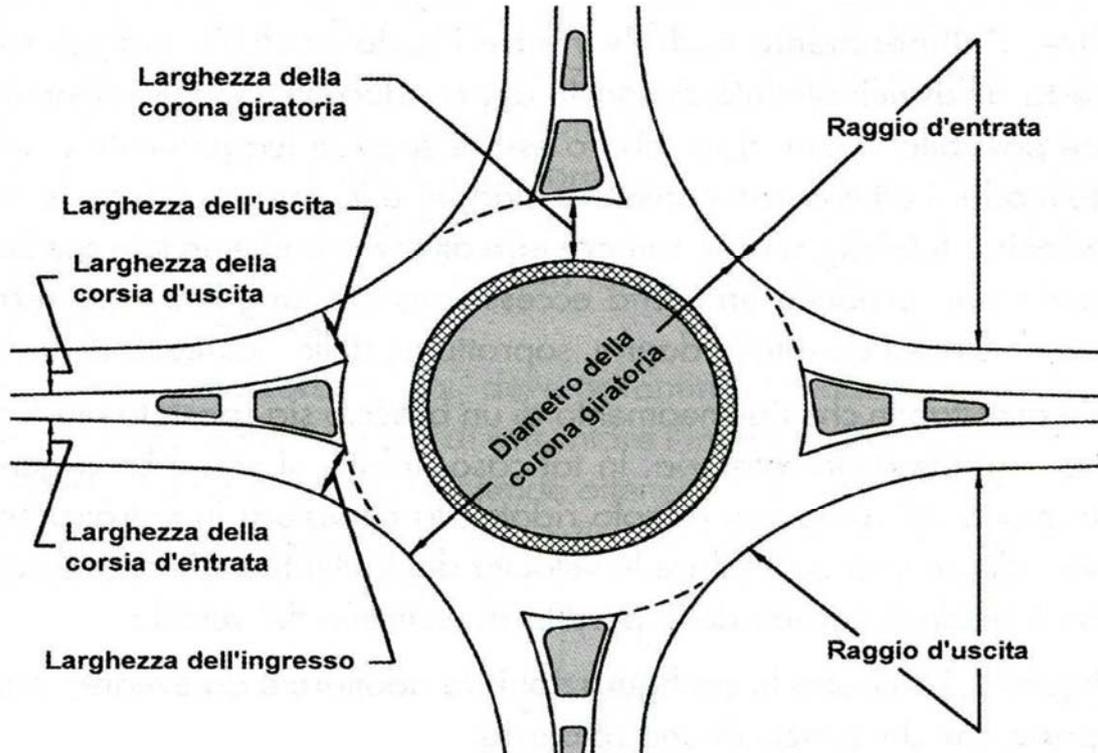
$$E(\mu_{\text{entrata}}) = 3.45 * 10^{-12} * Q_a * \sum (Q_{ci} * S_{ri}^2)$$

Recenti studi dimostrano che:

- nelle rotatorie urbane a corsia unica derivati dalla conversione di intersezioni controllate da STOP, la riduzione di tutti gli incidenti e degli incidenti gravi risulta rispettivamente del 61% e del 77%;

- nelle rotatorie derivati dalla conversione di intersezioni a controllo semaforico, la riduzione di tutti gli incidenti e degli incidenti gravi risulta rispettivamente del 32% e dell'68%;

## Elementi della rotatoria



Inscribed Circle Diameter (m)	Approximate $R_4$ Value		Maximum $R_1$ Value	
	Radius (m)	Speed (km/h)	Radius (m)	Speed (km/h)
<b>Single-Lane Roundabout</b>				
30	11	21	54	41
35	13	23	61	43
40	16	25	69	45
45	19	26	73	46
<b>Double-Lane Roundabout</b>				
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

## Geometria delle rotatorie

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.

	Norma Regionale				norma nazionale DM 19/04/06		
	mini rotatorie sormontabili	mini rotatorie parzialmente sormontabili	rotatorie compatte	grandi rotatorie	D < 25	<25 D >40	D > 40
raggio entrata	10 m	10 - 13 m	10 - 25 m	10 - 25 m	15 - 20 m		
raggio uscita	15 - 30 m				25 - 35 m		
larghezza corsia entrante	1 corsia	4 - 4,5 m			3,5		
	2 corsia	/	/	7 - 9 m	7 - 9 m	6	
larghezza corsia uscente	1 corsia	4,5 - 6 m			4	4,5	
	2 corsia	/	/	7,5 - 9 m	7,5 - 9 m	non sono ammesse 2 corsie	
larghezza anello giratorio	7 - 8 m	7 - 8 m	8 - 9 m	9 - 10 m	7 - 9 m	7 - 9 m	6 - 9 m

## Distanza degli accessi

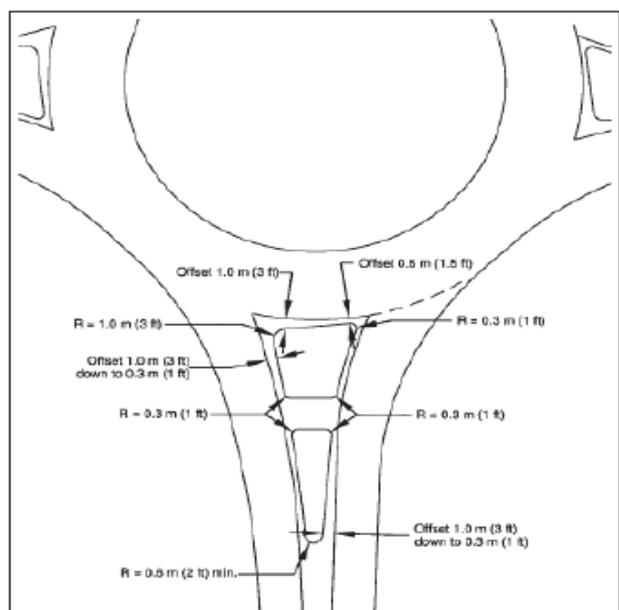
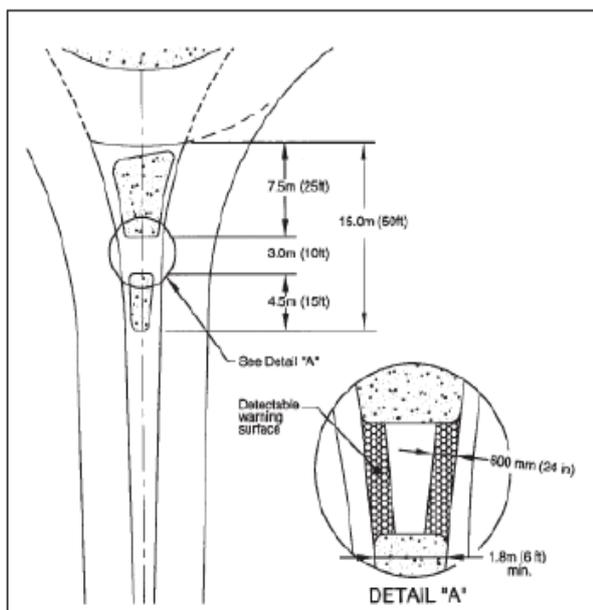
Tipo di strada	A	B	C	D
	<b>Autostrada extraurbana</b>	<b>Extraurbana principale</b>	<b>Extraurbana secondaria</b>	<b>Locale extraurbana</b>
Ammessi	NO (1)	SI	SI	SI
Organizzazione accessi	-	Coordinati	coordinati	Diretti
Distanza minima tra innesti successivi (2)	-	1000	300 (4)	-
Distanza minima tra accesso 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.



Tipo di strada	A	B	C	D
	<b>Autostrada urbana</b>	<b>Urbana di scorrimento</b>	<b>Urbana di quartiere</b>	<b>Locale urbana</b>
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

### Accessi - Strade urbane

## Distanza visibilità

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano 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.

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:

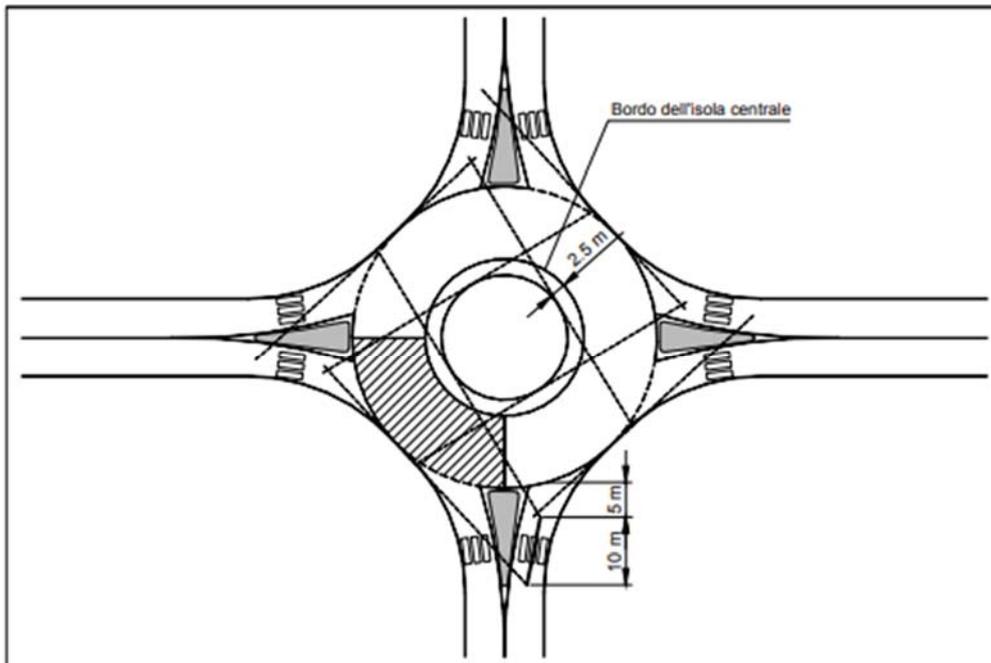
$$D = v \times t$$

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



Campi di visibilità in incrocio a rotatoria

## Capacità della rotatoria

Capacità di un singolo braccio (o capacità di ingresso): è il più piccolo flusso in ingresso su un braccio che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi.

Capacità semplice: è la somma dei flussi nei bracci di entrata di una rotatoria quando uno dei bracci abbia raggiunto la sua capacità.

Capacità totale della rotatoria è la somma dei flussi in ingresso che distribuendosi fra le diverse uscite determinano il raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti bracci

La capacità di una rotatoria dipende da diversi fattori condizionanti:

due corsie di entrata quasi raddoppiano il flusso di entrata di una corsia;

anelli più larghi permettono ai veicoli di viaggiare fianco a fianco fra di loro o l'uno di seguito all'altro in gruppi più stretti, con varchi più larghi tra gruppi di veicoli;

al crescere del flusso sull'anello diminuisce la capacità;

la capacità delle rotatorie è più grande alle basse velocità sull'anello perché si riduce il varco cercato dai veicoli entranti, con minori tempi di attesa.

Da osservazioni sperimentali per le uscite, si sono ricavati valori del limite di capacità per corsia di 1200÷1400 veh/h.

Tipo di rotatoria	Numero di corsie agli ingressi	Capacità dell'anello [veh/h]
Rotatorie ad 1 corsia all'anello (minirotorie e rotatorie compatte)	1	1600
Rotatorie compatte con 2 corsie all'anello	1	1600
	2	1600
Grandi rotatorie	1	2000
	2	2500

### 3. ANALISI PRELIMINARE

La concezione dello spazio stradale va sviluppata in per fasi successive:

- Verifiche preliminari
- Definizione dello spazio stradale
- Valutazione del perimetro allargato
- Settori del comparto urbano
- Centri attrattori del traffico
- Analisi della situazione
- Individuazione dei bisogni e
- Formulazione degli obiettivi
- Elaborazione del concetto generale
- Individuazione delle misure
- Progettazione delle misure
- Realizzazione degli interventi
- Monitoraggio dei risultati

Il modello è indicativo e deve essere adattato di volta in volta al caso concreto.

In alcune situazioni la raccolta dei dati necessari può essere molto avanzata e gli obiettivi già definiti. In altre sono magari già stati realizzati degli interventi e si vuole valutarne e ottimizzarne gli effetti. In altre ancora, si presenta l'effettiva necessità di iniziare da zero la concezione di uno spazio stradale. In ognuno di questi casi è necessario adattare il modello proposto ed elaborare un programma specifico.

Sono da ritenersi prioritari i progetti di sistemazione o riassetto stradale dove:

- vi sono evidenti situazioni di pericolo per gli utenti della strada;
- le necessità d'integrazione della strada e di riqualificazione generale dello spazio pubblico assumono un'importanza rilevante e comprovata rispetto alle condizioni di viabilità;
- la necessità di segnalare la presenza di un contesto o di un'utenza sensibile assume un'importanza rilevante e comprovata rispetto alle condizioni di viabilità;
- l'investimento finanziario resta contenuto e compatibile con le disponibilità comunali;
- l'intervento ha un carattere definitivo e prevede l'utilizzo di materiali con una buona durata nel tempo.

Gli aspetti finanziari e di manutenzione non possono essere ignorati, la concezione dello spazio stradale e la progettazione delle singole misure devono preliminarmente considerare la sostenibilità finanziaria, sia per quanto concerne l'attuazione, sia per i futuri costi di manutenzione.

La maggior parte degli oneri di costruzione e manutenzione è per legge a carico dei comuni. Questi costi, se non correttamente preventivati, possono incidere in modo rilevante sui bilanci comunali.

## 4. INTERVENTI IN GENERALE

### INTERVENTI CLASSICI

Per progettare correttamente un intervento di messa in sicurezza di un incrocio stradale bisogna in primo luogo conoscere:

- traffico previsto
- incidentalità pregressa
- condizioni al contorno
- velocità di progetto
- caratteristiche delle strade intersecate

Gli interventi tradizionali per aumentare la sicurezza stradale riguardano principalmente:

- regimentazione dei flussi di traffico
- miglioramento dell'illuminazione notturna
- miglioramento della segnaletica orizzontale e verticale
- percorsi separati per pedoni
- marciapiedi rialzati e protetti
- manutenzione della pavimentazione
- miglioramento della visibilità
- riequilibri temporale dei flussi di traffico
- riqualificazione piano altimetrica
- interdizione ai mezzi pesanti
- integrazione della segnaletica stradale
- applicazione nuove filosofie per una mobilità sostenibile
- interventi di moderazione del traffico

**L'intervento "principe" è certamente la realizzazione della rotatoria se vi sono le condizioni:**

- **spazio circostante**
- **disponibilità finanziarie**

### INTERVENTI INNOVATIVI

Numerosi sono gli interventi anche innovativi finalizzati all'incremento della Sicurezza stradale:

- 1) Stop avanzato e
- 2) Indicatore di tenuta
- 3) Zone 30 / 50
- 4) Porte d'ingresso
- 5) Fasce pedonali
- 6) Pavimentazioni diversificate

## 5. CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Con il Decreto Ministeriale 8 maggio 2003, n. 203, il legislatore ha prescritto che nei lavori pubblici vengono impiegati materiali riciclati in misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

per materiale riciclato si intende: un materiale che sia realizzato utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione.

Ridurre il prelievo di materiali e l'impatto delle cave nei confronti del paesaggio è una questione importante nel nostro Paese, oltre alla tutela del paesaggio non va poi sottovalutato il filone della green economy e quindi l'interesse del sistema delle imprese.

Se in teoria oggi non esistono impedimenti tecnici o motivazioni di natura normativa che ne impedirebbero l'utilizzo, in realtà l'utilizzo di materiali provenienti dal recupero trova spesso ostacoli di natura burocratica o peggio di impopolarità.

I vantaggi che questo tipo di prospettiva aprirebbe sono infatti rilevanti: riduzione del prelievo da cava, reimpiego di materiali che altrimenti andrebbero smaltiti in discarica, riduzione di emissioni di gas serra, riduzione del costo economico dell'opera, ecc.

In alcune importanti infrastrutture l'utilizzo di materiali da recupero provenienti da lavorazioni industriali e da demolizioni ha consentito un risparmio di materiale naturale del 70%.

A tal proposito il capitolato speciale d'appalto allegato al presente progetto prevede espressamente l'utilizzo di materiali riciclati nella misura complessiva non inferiore al 30% del fabbisogno dell'opera da realizzare.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti volti a individuare la soluzione progettuale, migliore sotto il profilo ambientale; questi vanno definiti nell'ambito della sostenibilità ambientale.

Il "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017), ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti con particolare riferimento a:

- ARREDO URBANO
- COSTRUZIONI STRADALI
- ILLUMINAZIONE PUBBLICA
- VERDE PUBBLICO



## 6. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La presente relazione contiene le linee guida delle indagini ambientali eventualmente da prevedere per ottenere informazioni sullo stato qualitativo dei suoli in rapporto ai limiti previsti dalla normativa in materia di gestione delle terre e rocce da scavo.

Per quanto sopra descritto si fa riferimento all'art. 186 - "Terre e rocce da scavo" del D. Lgs. 152/06, così come modificato dal D.lgs. 4/2008 e dal Decreto-legge 208 del 30/12/2008 convertito con Legge 27 febbraio 2009 n.13.

Per la realizzazione delle opere in progetto, come risultano dalle planimetrie allegate, in ottemperanza all'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, si dovrà operare in modo tale da:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del percorso,
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale,
- minimizzare i quantitativi di materiale da portare in altri siti,
- reimpiegare il materiale riciclabile idoneo,

I materiali provenienti dagli scavi possono essere utilizzati per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito d'intervento,
- b) vi sia la certezza sulla loro qualità;
- c) l'utilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento,
- d) il loro impiego non dia luogo ad emissioni, impatti ambientali,
- e) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale.
- f) sia accertato che non provengono da siti contaminati.

Le terre e rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla parte quarta del presente decreto.

Le terre e le rocce da scavo, qualora ne siano accertate le caratteristiche ambientali, possono essere utilizzate per interventi di miglioramento ambientale e di siti anche non degradati. Tali interventi devono garantire, nella loro realizzazione finale, una delle seguenti condizioni:

- a) un miglioramento della qualità della copertura arborea,
- b) un miglioramento delle condizioni idrologiche,
- c) un miglioramento della percezione paesaggistica.

Il progetto esecutivo, a tal proposito, dovrà contenere Il Piano di Utilizzo del materiale da scavo.

## 7. ELEMENTI DI ARREDO E DI COMPLETAMENTO

### ELEMENTI DI ARREDO

Le rotatorie, rispetto agli altri svincoli a raso, possono offrire vantaggi sia rispetto alla canalizzazione del traffico che rispetto all'inserimento ambientale; già nei secoli scorsi, la pianificazione urbana delle grandi città europee vedeva le rotatorie arredate con monumenti o maestose fontane.

In generale gli interventi per il miglioramento dell'inserimento ambientale delle rotatorie possono essere come di seguito riassunti:

- isole permanenti, realizzate mediante cordoli in calcestruzzo o pietra;
- sistemazione interna a prato o con pavimentazione differente da quella veicolare;
- inserimento di monumenti o opere d'arte in genere;
- inserimento di elementi che richiamano l'identità locale.

Sarà questa una scelta lasciata alle decisioni dell'amministrazione comunale in sede esecutiva.

### ELEMENTI DI COMPLETAMENTO

Ultimamente si è sviluppata la ricerca del contrasto cromatico sulla pavimentazione per evidenziare passaggi pedonali, limiti di velocità, strettoie ecc.

La stessa scelta dei materiali influisce notevolmente non solo sulla resistenza nel tempo ma anche sull'immagine della stessa opera.

Un fattore importante nella progettazione delle è il drenaggio delle acque meteoriche, evitando zone piane e individuando idonei punti di compluvio.

La convenienza di più flussi di traffico contemporaneamente necessita l'installazione di una adeguata segnaletica orizzontale e verticale.

Le isole di separazione possono essere:

- isole a raso, realizzate mediante semplici strisce di colore bianco.
- isole delimitate da elementi verticali, realizzate con paletti, birilli ecc.
- isole permanenti, realizzate mediante cordoli in calcestruzzo o pietra.

Da ultimo vanno rispettati i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi.

## 8. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Premesso che il numero degli incidenti notturni è quasi uguale a quelli diurni nonostante il volume di traffico sia inferiore e che addirittura le loro conseguenze sono generalmente più gravi in termini di morti e feriti, e questo vale sia per il traffico urbano che per le strade extra urbane, risulta palese il fatto che l'oscurità diminuisce notevolmente la quantità delle informazioni visive che servono al conducente per guidare.

Durante le ore notturne diminuiscono, infatti, la prestazione visiva, la acuità visiva, la sensibilità al contrasto, la capacità di valutare le distanze, la velocità della percezione, la distinzione dei colori e la tolleranza all'abbagliamento.

I fari dei veicoli non bastano a fornire al conducente le informazioni visive necessarie a guidare con sicurezza ed efficienza, specialmente quando le strade sono trafficate e a geometria complessa (curve, intersezioni, ecc).

Il miglioramento della visibilità dovuta ad un'illuminazione adeguatamente progettata e mantenuta è un'efficace misura di sicurezza, una contromisura contro gli incidenti, comportando una riduzione nel numero e nella gravità degli stessi; la riduzione media degli incidenti nelle intersezioni e simili almeno del 40 %.

La Norma UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato" indica i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi da considerare nel progetto degli impianti d'illuminazione stradale, ed è applicabile a tutte le strade rettilinee o in curva, siano esse urbane o extraurbane, con traffico esclusivamente motorizzato o misto.

Le grandezze fotometriche cui fare riferimento per garantire un corretto compito visivo agli utenti delle strade sono, secondo la Norma:

- la luminanza<sup>7</sup> media mantenuta del manto stradale ( $L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]);
- l'uniformità generale<sup>8</sup> ( $U_0$ ) e longitudinale<sup>9</sup> ( $U_1$ ) di detta luminanza;
- l'indice d'abbagliamento debilitante causato dall'installazione ( $TI$  [%]).

I relativi valori sono riportati in funzione dell'indice della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, a sua volta dipendente dalla classificazione della strada in funzione del tipo di traffico.

La Norma raccomanda inoltre che sia evitata ogni discontinuità ad eccezione dei punti singoli intenzionalmente introdotti per attirare l'attenzione dei conducenti. La successione dei centri luminosi, l'intensità ed il colore della luce emessa devono cioè garantire la cosiddetta "guida ottica" (o visiva) cioè dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

Classe 1)	Tipo di strada e ambito territoriale	Indice della categoria illuminotecnica 3)
A	Autostrade extraurbane	6
A	Autostrade urbane	6
B	Strade extraurbane principali	6
C	Strade extraurbane secondarie	5
D <sup>2)</sup>	Strade urbane di scorrimento veloce	6
D	Strade urbane di scorrimento	4
E <sup>2)</sup>	Strade urbane interquartiere	5
E	Strade urbane di quartiere	4
F	Strade extraurbane locali	4
F <sup>2)</sup>	Strade urbane locali interzonali	3
F	Strade urbane locali	2

Indice della categoria illuminotecnica	Valore minimo della luminanza media mantenuta $L_m$	Uniformità minima		Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante TI
		$U_{01}$	$U_{12}$	
	[cd/m <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[%]
6	2,0	40	70	10
5	1,5	40	70	10
4	1,0	40	50	10
3	0,75	40	50	15
2	0,5	35	40	15
1	0,3	35	40	15

Le prescrizioni illuminotecniche riportate sono riferite al valore massimo del flusso orario di traffico, qualora si verificano in orari particolari, soprattutto durante la notte, riduzioni consistenti del traffico (superiori al 50 ovvero al 75 % di quello massimo) e le condizioni di sicurezza generali lo permettano, è possibile ridurre il valore minimo della luminanza media mantenuta.

Ciò si ottiene con notevoli vantaggi sia in termini di risparmio energetico che di durata delle lampade, dotando gli impianti di regolatori di flusso luminoso il cui funzionamento si fonda sulla variazione della tensione di alimentazione.

Oltre a soddisfare i requisiti sopraindicati, un impianto di pubblica illuminazione progettato correttamente deve:

- rispettare la legislazione sul contenimento dell'inquinamento luminoso, in particolare per gli impianti realizzati in Veneto la Legge Regionale n. 22 del 27 giugno 1997 "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso";
- minimizzare l'intralcio alla circolazione pedonale e veicolare;
- integrarsi con gli elementi d'arredo urbano e soddisfare requisiti di carattere estetico.

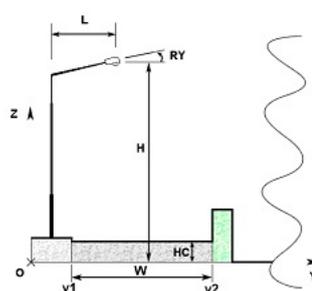
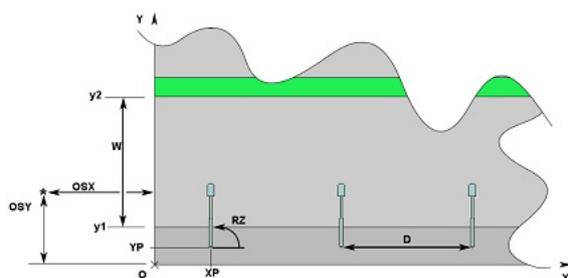
Per quanto attiene la distanza dei sostegni dal bordo della carreggiata, nel caso di strade con limite di velocità minore di 70 km/h (Strade urbane e tratti di strade extraurbane secondarie e locali), i limiti sono stabiliti dalla Norma CEI 64-7, "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari", mentre per strade con limite di velocità superiore (Strade extraurbane in genere ed autostrade) le distanze dal bordo della carreggiata sono stabilite dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 03/06/1998.

Il soddisfacimento dei requisiti estetici si ottiene anche attraverso l'accurata scelta del tipo di sorgente luminosa e della caratteristica resa cromatica, in funzione della destinazione d'uso dell'area illuminata.

L'interdistanza i pali per illuminazione può essere determinata conoscendo tutti i suoi parametri attraverso relazioni del tipo seguente:

Dati Strada

Nome Fila	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Altez. App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	Sbraccio [m] (L)	Incl.App. [°] (RY)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Incl. Laterale [°] (RX)	Coeff.Manut. [%]	Codice Apparecchio	Flusso [lm]	Rifer.
-----------	-----------------------	-----------------------	------------------------	-----------	--------------------	---------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------	--------------------	----------------	--------



Per l'alimentazione degli apparecchi di un impianto di pubblica illuminazione è adottata, nella quasi totalità delle applicazioni esistenti, la soluzione a tensione impressa (o in derivazione) in bassa tensione. Impianti a tensione impressa in media tensione ovvero a corrente impressa vengono considerati come alternativi ai primi nel caso di grandi installazioni, non trattate nel presente documento.

Il dimensionamento elettrico delle linee di alimentazione deve soddisfare ai seguenti requisiti:

- garantire l'alimentazione dei centri luminosi con una caduta di tensione totale inferiore al 5%, secondo la Norma CEI 64-7 (dimensionamento in relazione alla caduta di tensione);
- garantire la protezione contro i cortocircuiti e contro i contatti indiretti in tutti i punti dell'impianto secondo la Norma CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c." (dimensionamento in relazione alle correnti di cortocircuito);

I criteri di verifica sono quelli tradizionali degli impianti in bassa tensione con le precisazioni che seguono:

- 1) Le lampade a scarica, quelle maggiormente utilizzate negli impianti in esame, costituiscono carichi di tipo non lineare, soggetti quindi all'assorbimento di correnti armoniche; la caduta di tensione di 3° armonica non è trascurabile per cui è necessario nell'esecuzione dei calcoli di dimensionamento considerare come caduta di tensione limite un valore inferiore al 5% (solitamente pari a 3.4 %).
- 2) Gli apparecchi d'illuminazione non sono soggetti a sovraccarico per cui non sarebbe necessario proteggere i circuiti che li alimentano contro questo evento. Tuttavia, la Norma CEI 64-8 consiglia di proteggere ugualmente i circuiti per ottenere una maggiore sicurezza contro il cortocircuito a fine linea, che il dispositivo di protezione dal cortocircuito potrebbe non "riconoscere".
- 3) La protezione contro i contatti indiretti è ottenuta generalmente, con i criteri e le metodologie esposti nella normativa generale per gli impianti di bassa tensione, mediante i seguenti sistemi:  
interruzione automatica dell'alimentazione (messa a terra);  
utilizzo di componenti in classe d'isolamento II.

## 9. ILLUMINAZIONE DELLE ROTATORIE

Le intersezioni, siano esse a più livelli o a raso come le rotatorie, sono i punti maggiormente critici di una rete stradale e perciò possono avvantaggiarsi dei benefici indotti da una corretta illuminazione più ancora dei tronchi stradali rettilinei.

L'illuminazione deve infatti rivelare ai conducenti dei veicoli l'esistenza della intersezione stessa, le direzioni delle strade che vi confluiscono e si dipartono da essa, la posizione dei marciapiedi, la presenza di pedoni e altri utenti, le ostruzioni, il movimento di veicoli nelle vicinanze dell'area della intersezione.

Si descrivono nel seguito i requisiti e le caratteristiche che devono possedere gli impianti d'illuminazione delle intersezioni stradali, evidenziando ove possibile le particolarità relative al caso delle rotatorie.

Indicazioni in merito ai requisiti illuminotecnici per le intersezioni sono fornite nello studio delle "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali" che si rifà alle indicazioni della pubblicazione numero 115/1995 della Commissione Internazionale sui Consigli per l'illuminazione delle strade per il traffico automobilistico e pedonale.

Anche nel caso delle intersezioni, il criterio posto alla base del dimensionamento degli impianti di illuminazione è comunque quello della luminanza.

Ove non sia applicabile il criterio della luminanza, ad esempio a causa delle ridotte distanze di osservazione, per l'impossibilità di definire i punti di osservazione o per difficoltà di calcolo, può essere utilizzato un criterio basato sull'illuminamento.

La pubblicazione CIE 115/95 propone una suddivisione delle intersezioni in cinque classi e definisce i relativi requisiti secondo quanto riportato nella Tabella

Strada più importante dell'intersezione	Requisiti illuminotecnici dell'intersezione		
	$L_m$ (cd/m <sup>2</sup> )	$U_0$ [%]	Ti [%]
Autostrade extraurbane o urbane	2	0.4	10
Strade extraurbane principali	2	0.4	10
Strade extraurbane secondarie	2	0.4	10
Strade urbane di scorrimento veloce	2	0.4	10
Strade urbane di scorrimento	1.5	0.4	10
Strade urbane interquartiere	2	0.4	10
Strade urbane di quartiere	1.5	0.4	10
Strade extraurbane locali	1.5	0.4	10
Strade urbane locali interzonali	1	0.4	10
Strade urbane locali	0.75	0.4	15

Classe dell'intersezione	Requisiti illuminotecnici dell'intersezione	
	E (lx)	$U_0$ [%]
C <sub>0</sub>	50	0.40
C <sub>1</sub>	30	0.40
C <sub>2</sub>	20	0.40
C <sub>3</sub>	15	0.40
C <sub>4</sub>	10	0.40
C <sub>5</sub>	7.5	0.40

L'attribuzione di una tipologia d'intersezione alle diverse classi può essere stabilita in funzione della strada più importante afferente all'intersezione stessa, ovvero, per il caso delle rotatorie, secondo la classificazione

Strada più importante dell'intersezione	Classe
Strade ad alta velocità a due carreggiate	C <sub>0</sub> - C <sub>1</sub>
Strade urbane di scorrimento	C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub>
Strade locali	C <sub>3</sub> - C <sub>4</sub> - C <sub>5</sub>

Tipo intersezione	Classe
Rotatoria complessa o grande	C <sub>1</sub>
Rotatoria di medie dimensioni e complessità	C <sub>2</sub>
Rotatoria semplice o piccola	C <sub>3</sub>

Come già detto, il tipo è la disposizione dei centri luminosi devono essere scelti in modo da garantire ai conducenti la "guida visiva", ossia dare un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

**Nelle intersezioni è quindi opportuno introdurre una discontinuità nella disposizione o altezza dei centri luminosi, nel livello della luminanza media o nel colore della luce, per attirare maggiormente l'attenzione dei conducenti.**

**Nel caso delle rotatorie, la presenza di un'illuminazione a geometria e cromatismo variabile, segnala in modo efficace l'esistenza dell'intersezione e costituisce un elemento di discontinuità rispetto all'illuminazione dei bracci.**

Un'ulteriore tecnica per creare una efficace guida visiva sulle intersezioni a rotatoria, utile anche di giorno, è quella di cambiare la disposizione dei sostegni nella parte terminale dei bracci, ad esempio passare dall'installazione unilaterale a quella centrale a doppio sbraccio o viceversa.

Nel caso di intersezioni tra strade illuminate e non, è opportuno estendere l'illuminazione oltre le aree critiche dell'intersezione stessa anche per le strade prive di illuminazione.

Ciò per tenere conto del fatto che il tempo di adattamento visivo nella transizione da zone illuminate e zone buie, durante il quale la visibilità si riduce, è molto superiore rispetto a quello della transizione inversa.



Affinché l'adattamento visivo abbia luogo, è quindi necessario prolungare l'impianto di illuminazione oltre l'intersezione per un tratto della strada uscente la cui lunghezza dipende dalla velocità dell'autoveicolo.

In presenza di intersezioni interessate da traffico misto occorre tenere conto della prescrizione della Norma UNI 10439 che indica nella misura di 5 m la fascia di pertinenza destinata al traffico pedonale, nella quale deve essere garantito un livello d'illuminamento medio.

La disposizione dei centri luminosi di un impianto di pubblica illuminazione deve essere studiata in modo da soddisfare i relativi requisiti illuminotecnici, e allo stesso tempo non influire negativamente sulla leggibilità delle segnalazioni.

Le variabili su cui si può agire sono: la geometria d'installazione, l'altezza dei centri luminosi ed eventualmente lo sbraccio, l'interdistanza tra i centri, la potenza e tipo delle lampade, gli angoli di puntamento, ecc.

Le geometrie d'installazione per l'impianto a servizio di una rotatoria, con riferimento all'anello, possono essere classificate in due tipi:

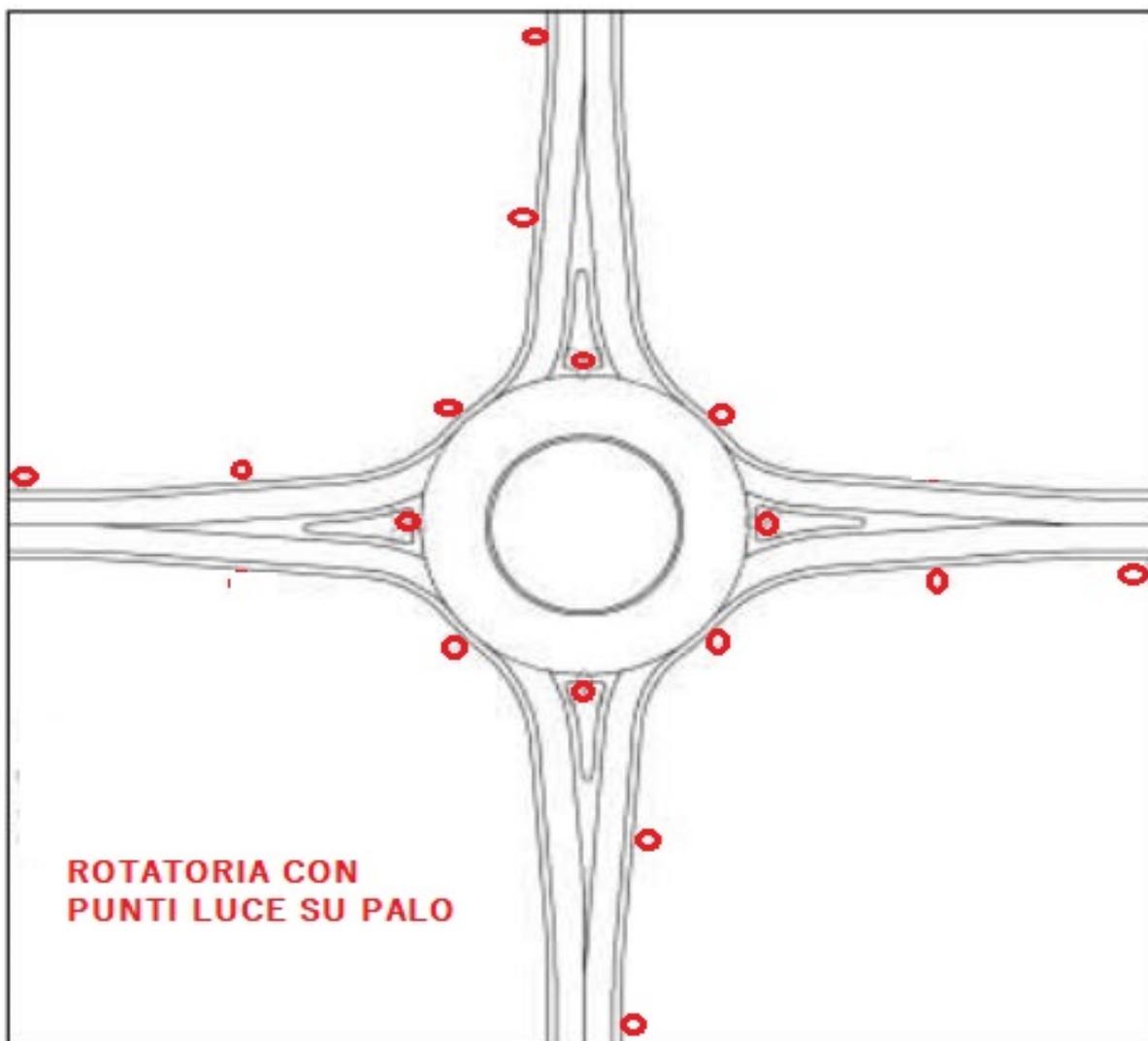
disposizione centrale con torre/i faro

disposizione periferica con punti luce su palo

In genere entrambe le soluzioni sono ugualmente accettabili per ogni tipologia di rotatoria; la scelta va fatta in base ad esigenze economiche, energetiche, di semplicità di funzionamento e di esercizio dell'impianto.

Per la rotatoria in progetto si è ritenuto di adottare la seconda soluzione in quanto presenta il vantaggio di lasciare libera l'isola centrale, e una visione migliore dell'intersezione e delle sue uscite.

Per quanto attiene la disposizione dei centri luminosi nei bracci della rotatoria, va osservato il criterio valido per i tratti in curva, secondo il quale l'interdistanza deve essere diminuita rispetto alla carreggiata rettilinea.



## 8. CALCOLO PAVIMENTAZIONI STRADALI

Il progetto della pavimentazione viene considerato di tipo prestazionale, fondamentale è la conoscenza dei parametri geotecnici del piano di posa del rilevato stradale e del sottofondo della pavimentazione.

Tali parametri dovranno essere verificati dall'impresa Esecutrice sotto il controllo della Direzione Lavori attraverso prove su piastra.

Per il dimensionamento e la verifica delle pavimentazioni bituminose flessibili si può utilizzare il catalogo delle pavimentazioni stradali a cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Per le strade a forte traffico come pure per le strade urbane locali il dimensionamento delle sovrastrutture può essere desunto indicativamente dal catalogo e queste possono sopportare il numero complessivo di passaggi di veicoli transitanti indicati.

<b>NUOVO CODICE DELLA STRADA</b>	<b>NORME CNR</b>
A) Autostrade extraurbane " urbane	Strade tipo I e II Strade primarie
B) Strade extraurbane principali	Strada tipo III
C) Strade extraurbane secondarie	Strada tipo IV, A, V, VI e B
D) Strade urbane di scorrimento	Strade urbane di scorrimento
E) Strade urbane di quartiere	Strade urbane di quartiere
F) Strade extraurbane locali " urbane locali	Strada tipo C Strade urbane locali

**Classificazione delle strade secondo il Nuovo Codice delle Strade e le Norme CNR**

Per la definizione del pacchetto stradale di progetto, secondo le schede del Catalogo delle Pavimentazioni del CNR, sono state utilizzati i seguenti dati:

- la strada in esame come sopra classificata;
  - la pavimentazione di progetto è di tipo flessibile;
  - numero di passaggi di veicoli;
  - modulo di deformazione del piano di posa del rilevato stradale;
  - il progetto richiede un sottofondo con modulo di deformazione  $M_d > 800 \text{ daN/cm}^2$ ;
  - strato di fondazione spessore 30 cm
  - strato di base spessore 15 cm
  - strato di collegamento (binder) spessore 8 cm
  - tappeto di usura spessore 4 cm
- per uno spessore totale pari a 57 cm.

Gli spessori come sopra indicati dovranno essere verificati in sede esecutiva

## 9. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

La Regione Veneto all'art. 39 del Piano di Tutela delle Acque, ha stabilito i criteri per il trattamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio delle superfici pavimentate.

La realizzazione della nuova viabilità comporta inevitabilmente l'impermeabilizzazione delle superfici stradali con conseguenti problematiche connesse alla gestione delle acque meteoriche.

La DGRV richiamata ha stabilito l'obbligo della raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia nel caso in cui l'incremento della superficie pavimentata superi i 2000 mq; nel nostro caso la nuova superficie impermeabilizzata risulta inferiore. Trattandosi infatti di interventi di adeguamento della strada esistente, si utilizza il sistema di smaltimento delle acque consistente nello scarico nei fossi di scolo (o fossi di guardia) stradali esistenti.

Il progetto e l'analisi svolta hanno comunque carattere idrologico, idraulico ed ambientale, ed hanno portato alla definizione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e ne comprendono lo schema delle reti.

Per il corretto dimensionamento di tali opere, è stato individuato il migliore assetto da assegnare al sistema: drenaggio, raccolta e smaltimento, avendo ben presenti:

- la situazione dello stato di fatto,
- i dati pluviometrici,
- i vincoli normativi,
- la situazione morfologica,
- le superfici interessate dall'infrastruttura stradale,
- le capacità dei canali recettori.

La sicurezza del traffico è affidata alla corretta geometria del corpo stradale ma anche al corretto dimensionamento delle opere di drenaggio, che devono provvedere alla raccolta, all'incanalamento ed all'allontanamento delle acque che vengono intercettate dal corpo stradale.

Il sistema di drenaggio in progetto è caratterizzato, per tutta la sua estensione dalla tipologia di viabilità "in rilevato", a determinati intervalli l'elemento marginale di trattenuta dell'afflusso di dilavamento è interrotto da manufatti di invito in calcestruzzo che si raccordano ad una canaletta ad embrici. Le acque vengono convogliate ai fossi di guardia posti al piede del rilevato.

Resta comunque il fatto che la parte centrale della rotatoria risulta drenante in quanto sistemata a verde.

## 10. SISTEMAZIONI A VERDE

Le rotatorie sono diventate un metodo comune e diffuso per regolare il traffico alle intersezioni della viabilità stradale, inserendosi spesso in un territorio già compromesso, allo stesso tempo però consentono anche l'inserimento di elementi che richiamano il nostro patrimonio culturale.

Il progetto di sistemazione dell'area centrale della rotatoria deve quindi prendere in dovuta considerazione: l'aspetto naturale paesaggistico, le esigenze della sicurezza stradale in termini di visibilità che la componente "locale".

La presente proposta progettuale prevede la realizzazione delle aree verdi mediante l'inserimento di specie arbustive – cespugli in parte sempreverdi e in parte a foglia caduca con inflorescenze stagionali; per una buona vegetazione è previsto l'impianto di irrigazione.

Per la sicurezza stradale (zone in curva, aree prospicienti le intersezioni, ecc.) in sede di progettazione esecutiva potranno essere apportate eventuali modifiche e/o integrazioni alle previsioni ora formulate, in relazione anche ad eventuali prescrizioni che dovessero pervenire dai competenti uffici tecnici.

L'area sistemata a verde delle isole centrali delle rotatorie verrà dotata di impianto di irrigazione, costituito da irroratori automatici a scomparsa. Le tubazioni saranno alimentate da un serbatoio di accumulo dell'acqua e dall'allacciamento supplementare con il vicino canale.

L'impianto sarà costituito da:

serbatoi di accumulo in PEAD strutturato a doppia parete, del volume indicativo di 5000  
tubazioni interrato in PEAD di distribuzione dell'acqua all'interno di ciascuna area verde;  
irrigatori a scomparsa (irrigatori telescopici), con raggio di azione orientabile;  
tubazioni ad ala gocciolante per l'irrigazione delle aiuole e delle zone difficile gestione.  
centralina elettronica e relative elettrovalvole di zona.