

ACCORDO OPERATIVO AI SENSI DELL'ART.38 L.R.24/2017
RIGENERAZIONE AD USO RESIDENZIALE DEL COMPARTO EX CASERME
Via Giardini - Modena

COMMITTENTE

CESA COSTRUZIONI S.r.l.
Via Quintino Sella n.3
20121 Milano (MI)
C.F. e P.IVA 01982540369

PROGETTISTI E CONSULENTI**COORDINAMENTO DI PROGETTO, PROGETTAZIONE URBANISTICA,
PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA**

aTEAM Progetti Sostenibili
Via Torre 5 - 41121 Modena
email: info@ateamprogetti.com
tel. +39 059 7114689
Arch. Lucia Bursi, Arch. Elena Fiocchi, Mirco Sileo

**CONSULENZA GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**

Dott. Geol. Valeriano Franchi
Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena
email: valerianofranchi@gmail.com
tel. +39 335 6611883

PROGETTO DEL VERDE

Dott. Paolo Filetto
email: paolovincenzo.filetto@gmail.com
tel. 339 5910874

PROGETTAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE E OPERA PUBBLICA

Ingegneri Riuniti
Via G. Pepe, 15 - 41126 Modena
e-mail: info@ingegneririuniti.it
Tel. 059.33.52.08 - Fax 059.33.32.21
OOUU: Dott. Ing. Federico Salardi, Dott.sa Ing. Erica Guasconi
Opere stradali: Dott. Ing. Lorenzo Ferrari, Dott. Ing. Davide Galliani

**CONSULENZA ACUSTICA, QUALITA' DELL'ARIA E MOBILITA'**

Praxis Ambiente Srl
Via Canaletto Centro 476/A - 41121 Modena
email: info@praxisambiente.it
tel. +39 059 454000
Dott. Carlo Odorici - Ing. Roberto Odorici

**CONSULENZA ARCHEOLOGICA**

AR/S Archeosistemi S.C.
Via Nove Martiri 11/A - Reggio Emilia (RE)
email: barbarasassi@archeosistemi.it
tel. +39 0522 532094
Dott.ssa Barbara Sassi



NOME FILE:		ELABORATO DA:	APPROVATO DA:	OGGETTO:
Copertine		DG	FS	Accordo Operativo ai sensi dell'art.38 L.R.24/2017 Rigenerazione ad uso residenziale del comparto Ex Caserme di Via Giardini
CARTELLA:		PROTOCOLLO:		TITOLO ELABORATO:
p:\2082fs\01_pr\02_definitivo\viabilità\lavoro		000		Relazione Illustrativa
REV.	DATA	NOTE		CODICE ELABORATO:
				GIA_AO_PU_IS_01
COLLABORATORI				SCALA:
Ing. Federico Salardi				-
				DATA:
				03/05/2024



INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2	INQUADRAMENTO URBANISTICO E AMBIENTALE	4
2.1	PUMS Il Piano urbano per la mobilità sostenibile.....	4
	Tavola 3.3 – Dorsali ciclabili	5
	Tavola 3.5 – Percorsi ciclabili esistenti ed in progetto - zoom	5
	Tavola 3.6 – Zone 30 esistenti ed in progetto	6
	Tavola 3.10 - Infrastrutture	6
2.2	VINCOLI E TUTELE	7
	VT 2.1 – Vincoli, rispetti e tutele relativi ai beni paesaggistici – aree soggette al rilascio di autorizzazione paesaggistica.....	7
	VT 2.3 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle acque superficiali e sotterranee ..	7
	VT 2.4 – Vincoli, rispetti e tutele relativi al rischio idraulico	8
	VT 3.1 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle vie di comunicazione.....	9
	VT 3.2 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle infrastrutture tecnologiche, agli impianti e ai cimiteri.....	9
	VT 4.1 – Vincoli, rispetti e tutele del sistema storico-archeologico.....	10
	ST 2.1.1 – L’infrastruttura verde e blu.....	11
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO STRADALE.....	11
4	OPERE STRADALI	12
5	MATERIALI	14
6	SEGNALETICA STRADALE	16
7	RISPETTO DELLE NORME DELLA LEGGE 13/89, D.M. 236/89 E DPR 503/1996...	16
8	ILLUMINAZIONE PUBBLICA	16
9	RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE	17
10	INTERFERENZE IDRAULICHE	18
	10.1 Canale di Formigine	18
	10.2 Cavo Cerca	18
11	OPERE A VERDE E RETE DI IRRIGAZIONE	19
12	INTERFERENZA SNAM.....	19
13	CRONOPROGRAMMA	19
14	PROPRIETÀ DELLE AREE	19
15	PROGETTO STRADALE	20

15.1	Criteri progettuali principali.....	20
15.1.1	Caratteristiche planimetriche.....	20
15.1.2	Caratteristiche altimetriche.....	24
15.1.3	Analisi di visibilità.....	25
15.2	Risultati delle verifiche di congruenza con le normative di riferimento	27
15.2.1	Diagramma di velocità.....	27
15.2.2	Andamento planimetrico dell'asse.....	28
15.2.3	Allargamenti in curva.....	29
15.2.4	Andamento altimetrico dell'asse.....	30
15.2.5	Visibilità.....	31
16	PROGETTO ROTATORIE	32
16.1	Dimensionamento degli elementi modulari.....	32
16.2	Geometria delle rotatorie e analisi di deflessione	33
16.3	Determinazione delle aree di visibilità	34
16.4	Risultati delle verifiche di congruenza con la normativa di riferimento	35

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto di riqualificazione urbana del Comparto Ex Caserme è ubicato lungo la Via Giardini, nella parte sud ovest del territorio urbanizzato della città di Modena e fa parte del cosiddetto Rione 08 Saliceta San Giuliano – Villaggio Zeta.

L'area di intervento residenziale (esclusa opera pubblica) è identificata catastalmente al Fg. 198, mapp. 306, 307, 308, 309, 312, con consistenza catastale pari a 16.417,82 mq.

A nord confina con l'edificio dismesso ed ex carcere all'incrocio con Via Panni, a ovest è delimitata da Via Giardini, ad est dal canale di Formigine e a sud da un'area libera di proprietà comunale identificata come territorio rurale.

All'interno del comparto si distinguono l'area di intervento residenziale, concentrata nella parte sud di estensione pari a 9333 mq di SF, e le aree di cessione, distinte tra le infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti (P1), le attrezzature e spazi collettivi (P2+V+AD) e le dotazioni ecologiche.

È inoltre prevista la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale fuori comparto di collegamento tra Via Giardini e Stradello San Giuliano, costituita da due rotatorie di innesto alla viabilità esistente e da una carreggiata a due corsie a doppio senso di marcia affiancata da una pista ciclabile (a Sud) e da un percorso pedonale (a Nord).

L'accesso carrabile all'area di intervento è consentito sia da Via Giardini, da cui si accede anche al parcheggio di urbanizzazione primaria, che da sud, tramite la nuova infrastruttura viaria. La viabilità privata interna al comparto si sviluppa sul lato est innestandosi ai due ingressi nord e sud e consentendo il collegamento con il sistema dei parcheggi pertinenziali a raso e seminterrato.

Questo assetto distributivo consente di limitare l'accesso delle automobili alle aree esterne del lotto meno nobili e di rendere ad esclusivo utilizzo pedonale e ciclabile una vasta area esterna verde che svolge un ruolo significativo e attorno alla quale si distribuiscono 4 edifici residenziali.

Ogni edificio conta 9 alloggi distribuiti su 5 piani (uno al piano terra, due ai 4 piani superiori) per un totale di 36 unità abitative.

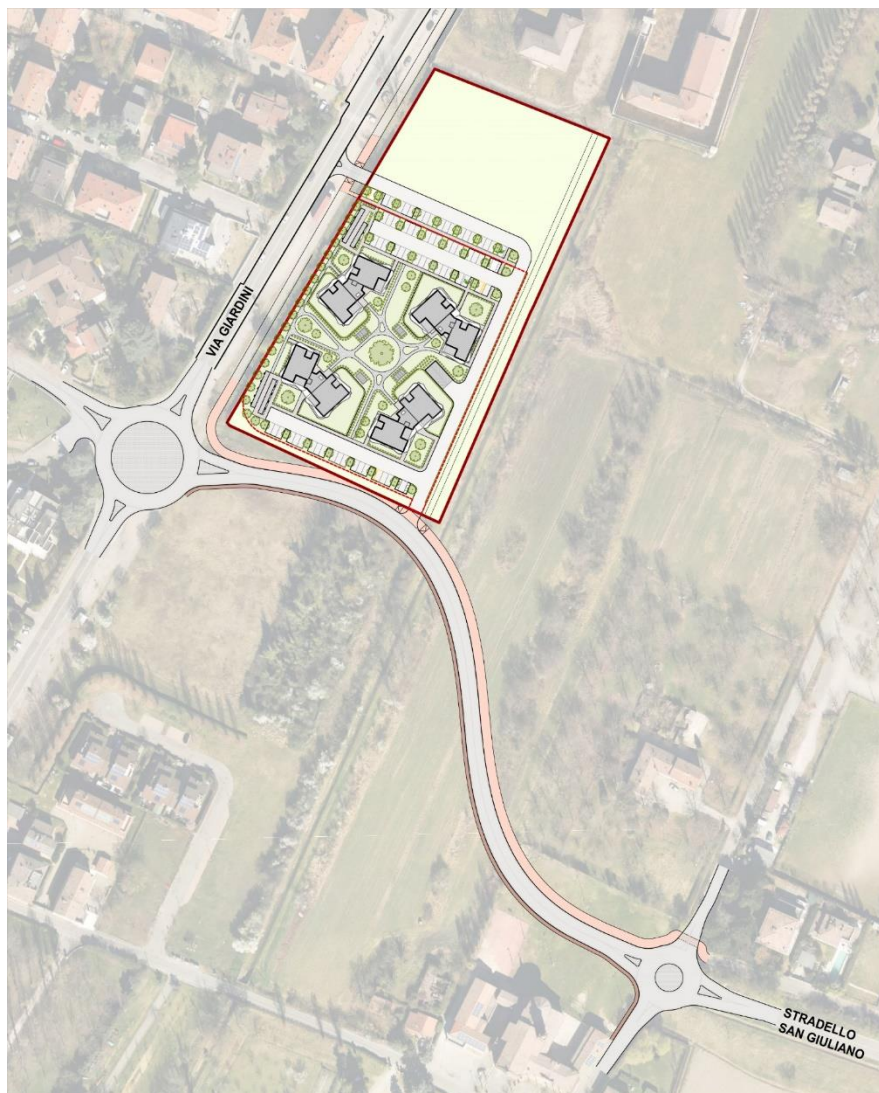


Figura 1 - Inquadramento

2 INQUADRAMENTO URBANISTICO E AMBIENTALE

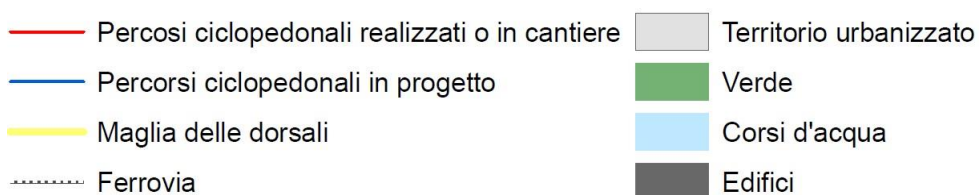
L'intervento relativo alla realizzazione della infrastruttura stradale risulta essere l'attuazione di una previsione già contenuta nel PUMS del Comune di Modena (Tavola 3.10_ Infrastrutture) e recepita nel PUG (Tavola VT3.1_Vincoli, rispetti e tutele relativi alle vie di comunicazione), pertanto già valutata dal punto di vista ambientale nella VAS degli strumenti generale e settoriale approvati.

Di seguito si fa una sintesi per l'area oggetto di intervento dei contenuti del PUMS e dei vincoli, rispetti e tutele

2.1 PUMS Il Piano urbano per la mobilità sostenibile

Il PUMS (Piano Urbano Mobilità Sostenibile) è stato approvato dal Consiglio Comunale nel luglio 2020. Il PUMS 2030 è un piano strategico che individua gli obiettivi da raggiungere per la mobilità cittadina nel breve, medio e lungo termine.

Tavola 3.3 – Dorsali ciclabili



La via Giardini fa parte della maglia delle dorsali e lungo essa è segnalata la presenza di percorsi ciclopeditoni realizzati o in cantiere. All'interno dell'area d'intervento è evidenziato un percorso ciclabile in progetto, evidenziato con maggior dettaglio nella tavola 3.5, riportata a seguito.

Tavola 3.5 – Percorsi ciclabili esistenti ed in progetto - zoom

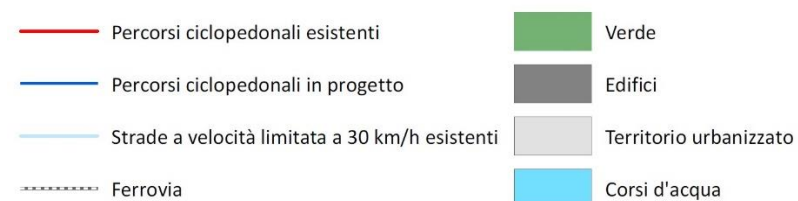
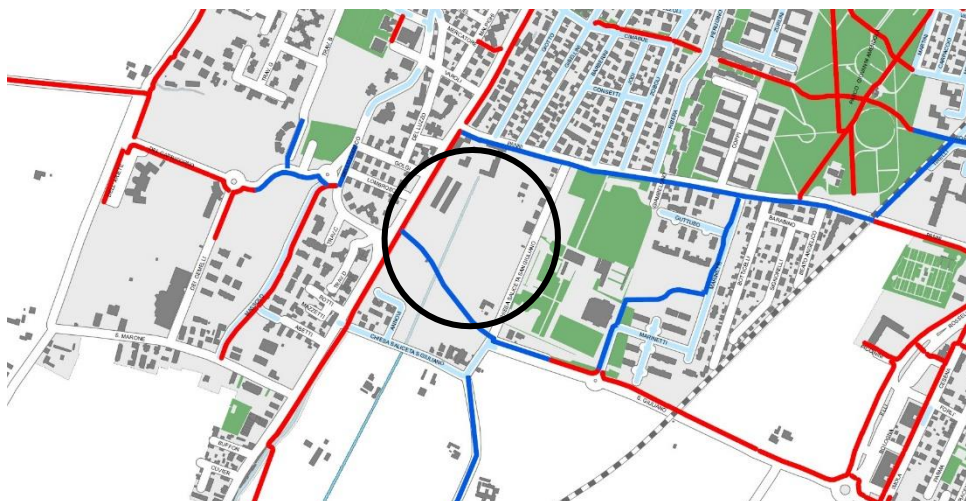
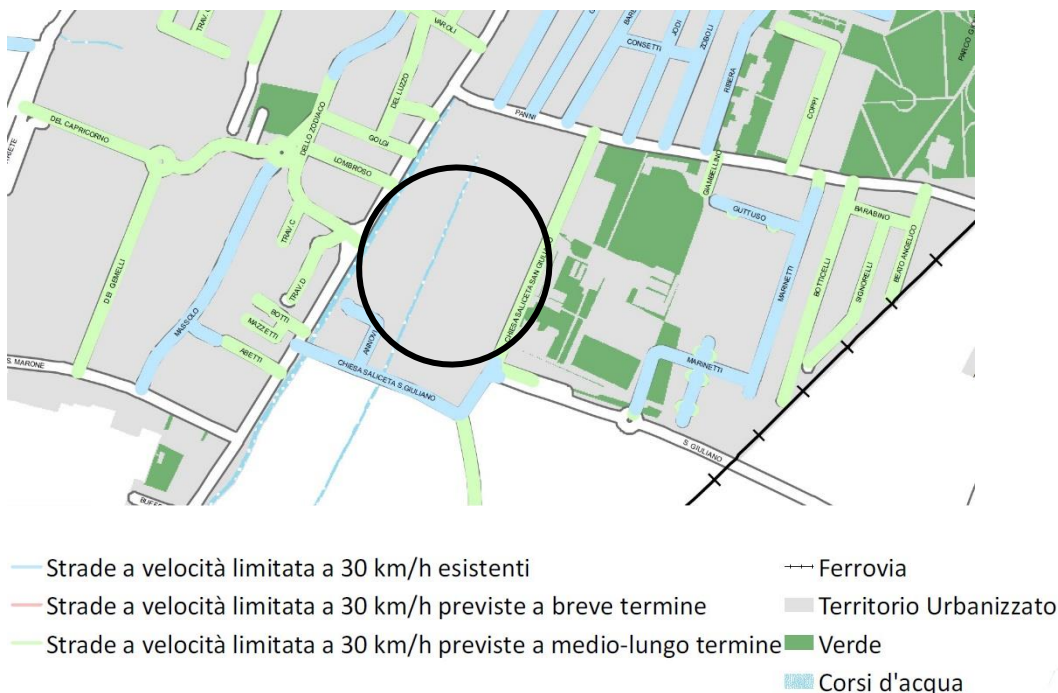
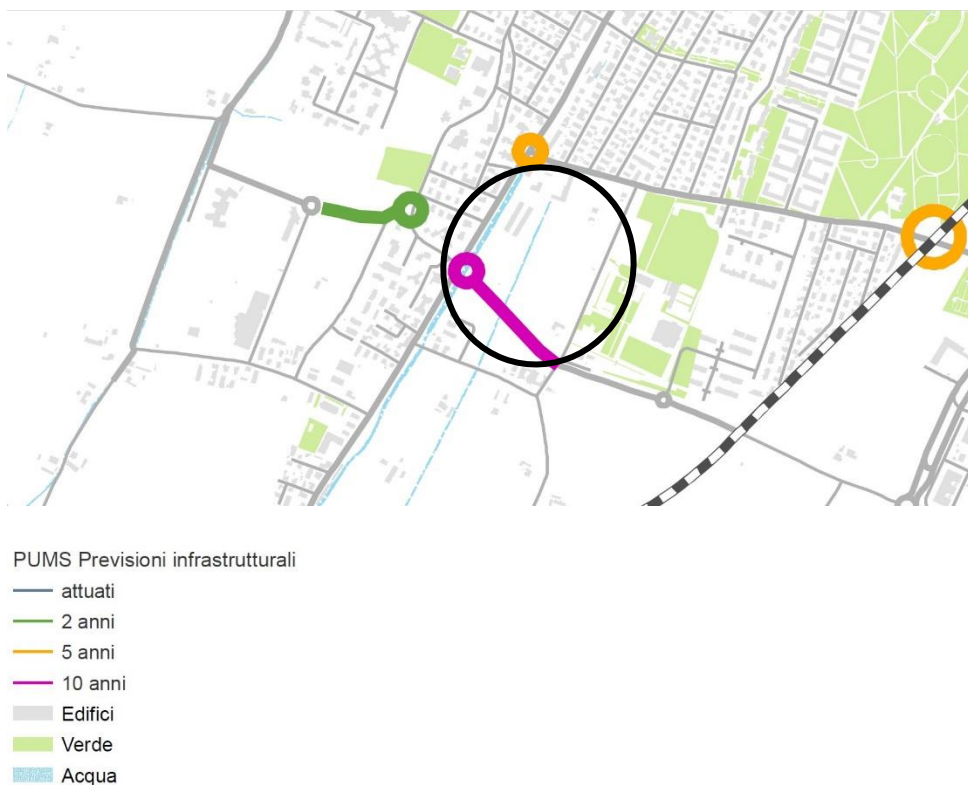


Tavola 3.6 – Zone 30 esistenti ed in progetto



Via Chiesa Saliceta San Giuliano, nella parte est, è classificata come strada a velocità limitata a 30 km/h prevista a medio-lungo termine, mentre la porzione a sud è una strada a velocità limitata a 30 km/h.

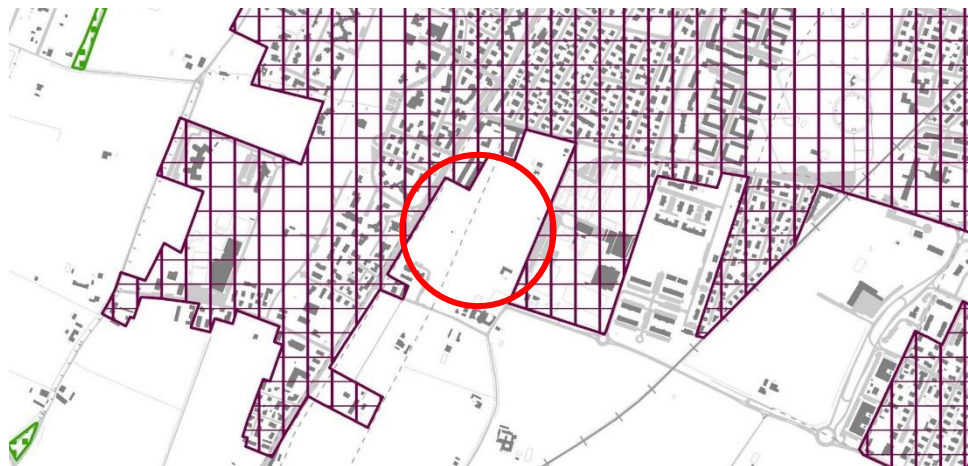
Tavola 3.10 - Infrastrutture




Nell'area d'intervento è segnalato un collegamento tra la via Giardini e via Chiesa Saliceta San Giuliano da realizzarsi entro 10 anni.

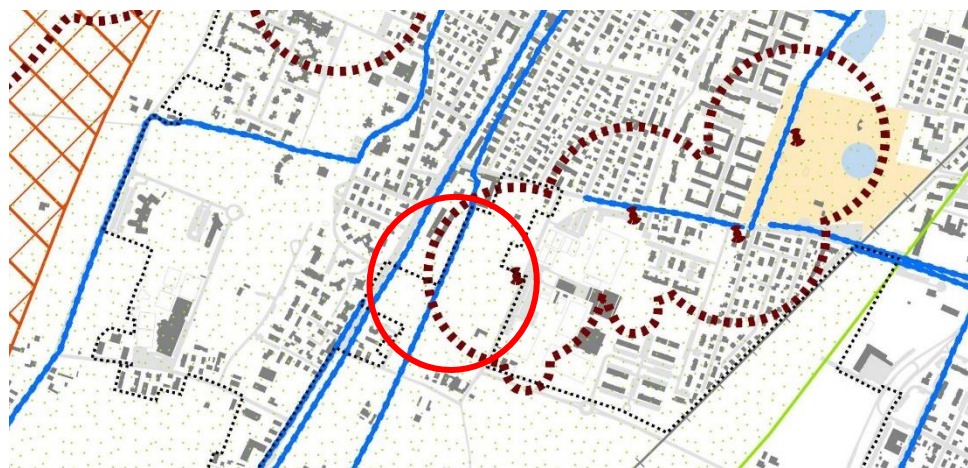
2.2 VINCOLI E TUTELE

VT 2.1 – Vincoli, rispetti e tutele relativi ai beni paesaggistici – aree soggette al rilascio di autorizzazione paesaggistica



 Aree escluse da vincolo paesaggistico (art. v3.7.1)





VT 2.3 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle acque superficiali e sotterranee



POZZI AD USO ACQUEDOTTISTICO (art. v2.6.1)

-  Zona di tutela assoluta
-  Zona di rispetto ristretta
-  Zona di rispetto allargata

ZONE DI PROTEZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

-  Settori di ricarica di tipo A (ricarica diretta della falda) (art. v2.5.2)
-  Settori di ricarica di tipo B (ricarica indiretta della falda) (art. v2.5.2)
-  Settori di ricarica di tipo D (fasce adiacenti agli alvei fluviali) (art. v2.5.2)
-  Aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche - E (art. v2.5.3)






L'area rientra nelle aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche e una parte è compresa nelle zone di rispetto allagate in riferimento ai pozzi ad uso acquedottistico.

Si segnala la presenza di un corso d'acqua minore – acque pubbliche superficiali.

VT 2.4 – Vincoli, rispetti e tutele relativi al rischio idraulico

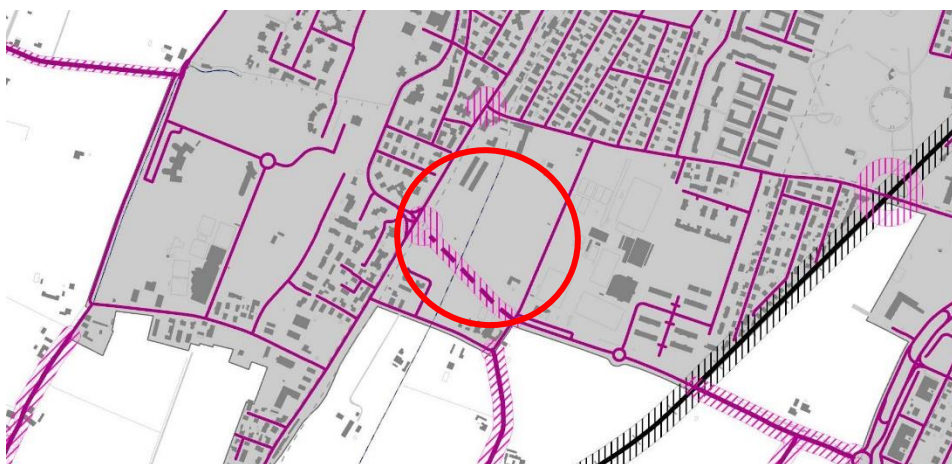


Classi di carico idraulico sui bacini (tempo di ritorno 10 anni) (art. v5.5)



-  classe 1 ($0.00 < \text{carico} \leq 0.50$)
-  classe 2 ($0.50 < \text{carico} \leq 0.80$)
-  classe 3 ($0.80 < \text{carico} \leq 1.00$)
-  classe 4 ($1.00 < \text{carico} \leq 1.25$) - bacini critici
-  classe 5 ($\text{carico} > 1.25$) - bacini critici

La strada di collegamento rientra in classe 1, 2, 5 con una piccola porzione in classe 4.

VT 3.1 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle vie di comunicazione

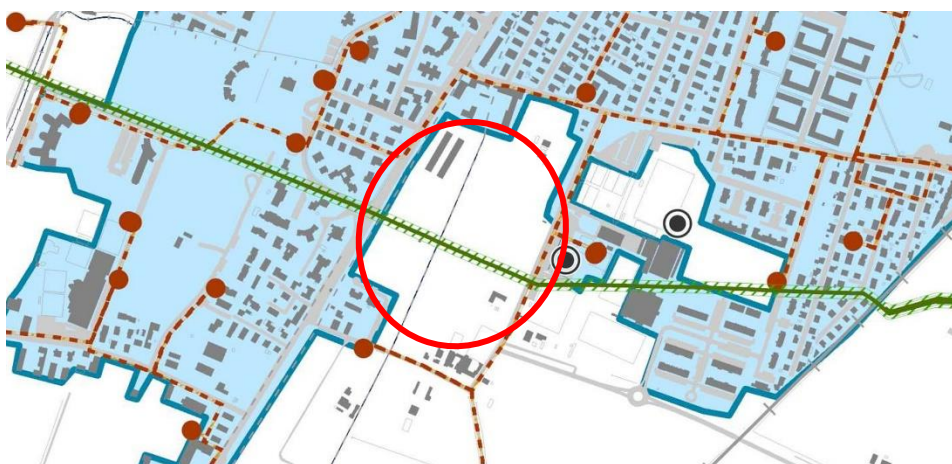


STRADE

- Assi stradali categoria A-B-C-D-Fextraurbana-Fvicinale-Fbis
- Assi stradali categoria Einterquartiere-Equartiere-Furbana-Ciclopedonale-Carraia
- - - Assi stradali previsioni PUMS a 5 e 10 anni
-  Zona di rispetto alle strade (CDS 285/92)
-  Zona di rispetto alle nuove strade

Nell'area è evidenziato un'asse stradale previsto dal PUMS a 5 e 10 anni con la relativa zona di rispetto dalle nuove strade.




VT 3.2 – Vincoli, rispetti e tutele relativi alle infrastrutture tecnologiche, agli impianti e ai cimiteri



GASDOTTI

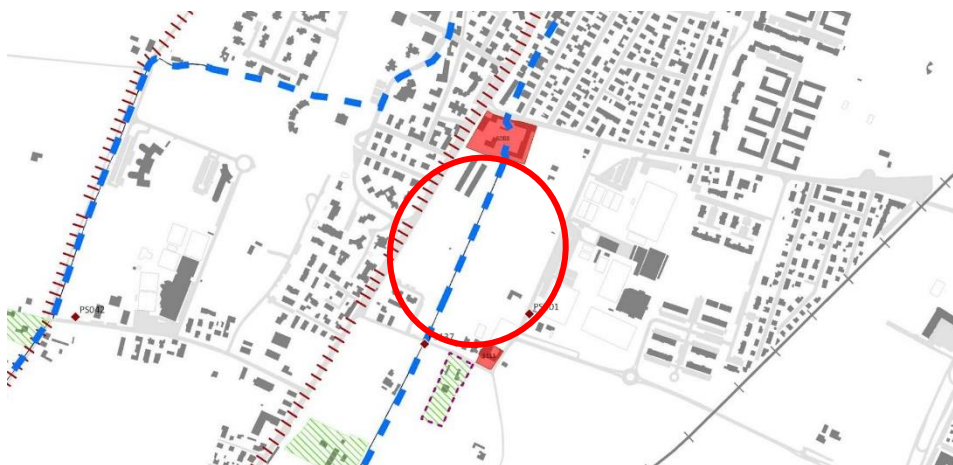
- Assi gasdotti
-  Rispetto gasdotti

IMPIANTI DI DEPURAZIONE





-  Rispetto dagli impianti di depurazione
-  Centri abitati serviti da depuratore: agglomerati urbani minori 1999 AE
-  Centri abitati serviti da depuratore: agglomerati urbani oltre 2000 AE

Il tracciato della nuova strada è attraversato da un gasdotto e dalla relativa fascia di rispetto.

VT 4.1 – Vincoli, rispetti e tutele del sistema storico-archeologico



ZONE ED ELEMENTI DI INTERESSE STORICO-TESTIMONIALE

-  Sito UNESCO - perimetro iscritto Zona 1 (Core Zone)
-  Zona di rispetto sito UNESCO - perimetro esteso Zona 2 (Buffer Zone)
-  Canali storici esterni al centro storico (specificazione al PTCP) (art. v3.5)
-  Viabilità storica (specificazione al PTCP) (art. v3.4)

Si segnala la presenza di un canale storico esterno al centro storico. La via Giardini è classificata come viabilità storica.

ST 2.1.1 – L'infrastruttura verde e blu



SISTEMA ESISTENTE DA VALORIZZARE O QUALIFICARE

Infrastruttura blu

- reticolo idrografico e specchi d'acqua
- canali coperti

Infrastruttura verde

- viali, filari, siepi
- verde urbano
- aree boscate
- forestazione urbana
- aree alberate significative pubbliche/private
- altre aree non sigillate

Il nuovo tracciato della strada attraversa un reticolo idrografico (Canale di Formigine) e in parte rientra nella forestazione urbana, oltre a lambire delle aree alberate significative pubbliche/private e del verde urbano.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO STRADALE

La progettazione stradale e delle intersezioni a rotatoria è stata sviluppata seguendo le prescrizioni delle norme tecniche di riferimento:

- D.L.vo 30.04.1992 n.285 “Nuovo codice della strada” e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. 16.12.1992 n.495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- D.M. Infrastrutture 5.11.2001 n.6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- Decreto 22/04/2004 n. 147 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»;

- D.M. Infrastrutture 21.06.2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale” e successive modifiche ed integrazioni;
- D.M. 19.04.2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.
- D.M. 18/02/1992: “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.

4 OPERE STRADALI

Il progetto di viabilità prevede la realizzazione di un nuovo asse stradale di collegamento tra via Giardini e Stradello San Giuliano. La nuova viabilità ha inizio a ovest in corrispondenza dell'intersezione tra via Giardini e via dello Zodiaco e raggiunge con un andamento in direzione sud-est l'intersezione tra Stradello San Giuliano e Strada Chiesa Saliceta San Giuliano. Per consentire il collegamento del nuovo asse con la viabilità esistente è previsto il potenziamento delle suddette intersezioni attraverso la trasformazione delle intersezioni a raso in intersezioni a rotatoria.

Le quote altimetriche di progetto sono fissate tenendo in considerazione le quote della viabilità esistente, ovvero via Giardini e Strada Saliceta poste rispettivamente a una quota di 40,20 e 40,00 m s.l.m. La nuova viabilità si raccorda perciò con una livelletta in leggera salita verso est seguendo l'andamento della campagna circostante e mantenendosi in leggero rilevato (mediamente 30 cm misurati in asse strada).

La nuova strada è classificata secondo il D.M. 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade come categoria E “urbana di quartiere” e presenta perciò una piattaforma composta da due corsie (1 per senso di marcia) di larghezza pari a 3,00 m con banchina esterna di 0,50 m per una larghezza complessiva di 7,00 m; ai lati della striscia asfaltata troviamo sul lato nord un percorso ciclo-pedonale rialzato di 4,00 m di larghezza mentre sul lato sud un percorso pedonale sempre rialzato di larghezza 1,50 m. Al piede scarpata è previsto un fosso di guardia dim. 50x50x50 cm.

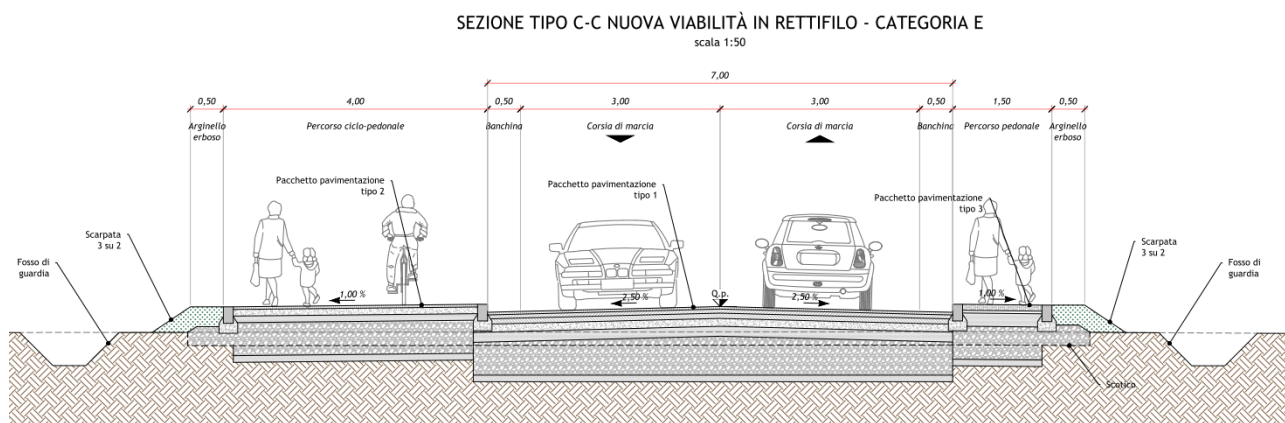


Figura 2 - Sezione tipo nuova viabilità

Lungo la nuova viabilità è previsto l'accesso sud al comparto residenziale Ex Caserme. L'accesso è posizionato lungo la prima curva destrorsa della nuova viabilità. Per tale motivo, per garantire la sicurezza e vista la prossimità delle intersezioni a rotatoria a monte e a valle, vengono consentite le sole svolte in destra ovvero l'ingresso al comparto per i veicoli provenienti da Strada Saliceta e l'uscita dal comparto verso via giardini; per le manovre complementari si impone quindi l'utilizzo delle vicine intersezioni a rotatoria in progetto come "torna indietro".

La nuova viabilità si completa di una serie di percorsi ciclabili e pedonali. Sul lato nord viene proposto un percorso ciclabile e pedonale che realizza il collegamento della rete di mobilità dolce tra l'asse di via Giardini e il sistema di percorsi di Stradello San Giuliano e via Fratelli Rosselli. Sul lato sud è realizzato un marciapiede pedonale fino al collegamento con il pedonale fronte Parrocchia.

La rotatoria realizzata su via Giardini ha un diametro esterno di 44 m tra i cordoli e un'isola centrale di diametro 30 m sempre tra cordoli. L'anello giratorio di 7 m complessivi è quindi composto da 0,50 m di banchina esterna, corsia da 6,00 m e 0,50 m di banchina interna.

I rami di ingresso e uscita hanno larghezze pari rispettivamente a 3,50 m e 4,50 m tra le righe bianche.

La posizione planimetrica della rotatoria su via Giardini è tale da lasciare liberi, nei quadranti sul lato via Dello Zodiaco, i percorsi pedonali esistenti sui limiti esterni delle proprietà private. È infatti garantita una fascia di 2 m di larghezza a tutela dei marciapiedi e come predisposizione per un eventuale potenziamento degli stessi.

La rotatoria realizzata su Strada Saliceta ha un diametro esterno di 28 m tra i cordoli e un'isola centrale di diametro 12 m sempre tra cordoli. L'anello giratorio di 8 m complessivi è quindi composto da 0,50 m di banchina esterna, corsia da 7,00 m e 0,50 m di banchina interna.

I rami di ingresso e uscita hanno larghezze pari rispettivamente a 3,50 m e 4,50 m tra le righe bianche.

Le isole centrali delle due rotatorie sono sistemate a verde, si prevede la stesa di uno strato di terreno vegetale di almeno 30 cm e la semina a prato.

Si rimanda all'elaborato di sezioni tipo per i dettagli della piattaforma.

Per tutto il tratto di viabilità (circa 100m) confinante con le aree di proprietà della Parrocchia (mappale 210) si prevede la realizzazione di un muretto di confine in calcestruzzo armato completo di rete di recinzione. Si rimanda alla planimetria di progetto per l'individuazione dell'opera.

5 MATERIALI

I materiali per la struttura del corpo stradale e le pavimentazioni sono stati diversificati in funzione dell'uso che dovrà supportare.

Su tutta l'impronta del rilevato stradale sarà effettuato uno scavo preliminare di scotico di 20 cm seguito da un ulteriore eventuale scavo di sbancamento fino al raggiungimento della quota del piano di posa del pacchetto stradale.

Il piano di posa sarà preparato con una compattazione e rullatura e la posa di uno strato anticapillare in sabbia di spessore 10 cm.

Il rilevato stradale è quindi composto da uno strato di misto riciclato stabilizzato di spessore variabile ma comunque di spessore uguale o superiore ai 50 cm.

La fondazione stradale è completata da uno strato in misto stabilizzato e di misto cementato di spessore rispettivamente di 15 cm e 12 cm.

La sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso è composta da uno strato di base di 8 cm, uno strato di collegamento di 6 cm e da un tappeto di usura di 4 cm.

I percorsi ciclo-pedonali hanno una finitura in conglomerato bituminoso di 4 cm di usura stesa sopra gli strati in misto stabilizzato e misto cementato di 10 cm ciascuno di spessore.

Il percorso pedonale è realizzato in autobloccante posato sopra un sottovallo in sabbia e uno strato in misto stabilizzato di spessore pari a 20 cm.

Le cordionate stradali saranno sempre in granito laddove è possibile il contatto con le ruote dei veicoli mentre a delimitazione di percorsi ciclopedonali verso aree verdi saranno utilizzati cordoli prefabbricati in conglomerato cementizio.

Si riportano le stratigrafie sopra descritte:

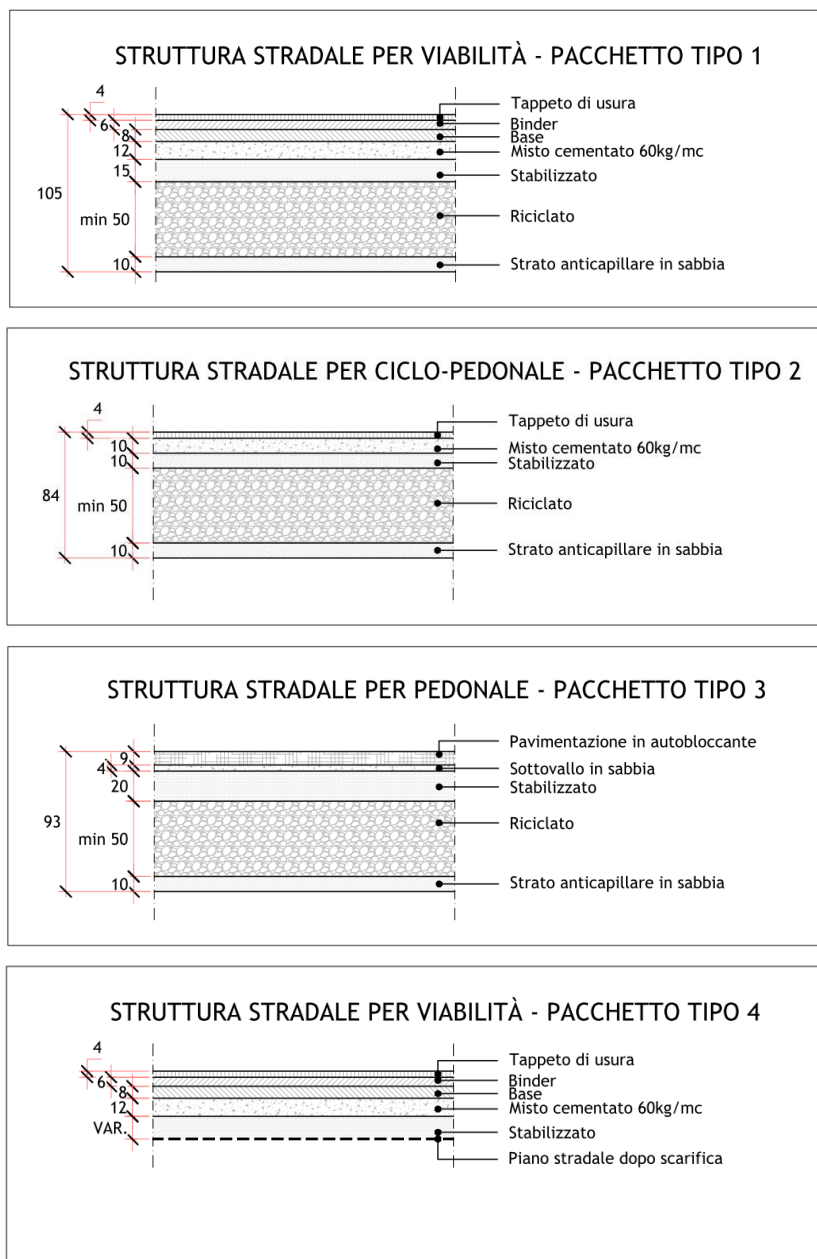


Figura 3 - Pacchetti di pavimentazione

Sulle porzioni di pavimentazione esistente sovrapposte alla nuova viabilità a rotatoria, vista la compatibilità di quote altimetriche, si prevede la sola fresatura superficiale dello strato di usura e il rifacimento dello stesso con l'eventuale regolarizzazione delle pendenze trasversali.

Sulle porzioni interessate da scarifica profonda così come sulle isole spartitraffico esistenti da trasformare in viabilità si prevede il rifacimento della pavimentazione formata da uno strato variabile in misto stabilizzato per raggiungere le quote di progetto e il pacchetto costituito da misto cementato e strati in conglomerato bituminoso (pacchetto tipo 4).

In accordo con lo studio di mitigazione acustica, come evidenziato nella planimetria di progetto, si prevede la stesa di conglomerato bituminoso di usura con caratteristiche di fono assorbente e

bassa emissività acustica nel tratto di viabilità di a partire dalla fine dello svaso di raccordo tra la viabilità e la rotatoria su Strada Saliceta per 180 m verso via Giardini.

6 SEGNALETICA STRADALE

La nuova viabilità e le intersezioni saranno completate con la opportuna segnaletica stradale, verificale e orizzontale, e di indicazione.

Al momento della richiesta dell'ordinanza di apertura al pubblico passaggio e comunque prima della sua esecuzione la segnaletica sarà riesaminata con il servizio traffico del Comune di Modena.

Si evidenzia che in corrispondenza dell'intersezione con il percorso ciclopeditonale presente sul lato Est di Via Giardini, sarà mantenuta la precedenza per i ciclisti e sarà realizzato un sistema di illuminazione e segnalamento dedicato che dia meglio evidenza dell'attraversamento.

7 RISPETTO DELLE NORME DELLA LEGGE 13/89, D.M. 236/89 E DPR 503/1996

Ove sono previsti attraversamenti pedonali delle sedi stradali, laddove non vengano mantenuti in quota, il raccordo tra pedonale e strada sarà ottenuto con la realizzazione di una rampa di pendenza sempre inferiore all'8%.

La pendenza trasversale di progetto dei percorsi pedonali è dell'1% a scendere verso la strada.

8 ILLUMINAZIONE PUBBLICA

È prevista l'illuminazione della nuova viabilità così come i percorsi ciclabili e pedonali. A seguito del cambio di conformazione dell'intersezione via Giardini via dello Zodiaco, è previsto il rifacimento dell'illuminazione portando i punti luce all'esterno dell'anello. Analogamente per l'intersezione con Strada Saliceta, è previsto il riposizionamento dei punti luce esistenti.

Si prevede l'installazione di pali con altezza 8 mt sul lato nord della viabilità posti a una distanza reciproca di circa 30 mt.

I pali e i relativi pozzetti verranno posti in opera al di fuori della piattaforma stradale, ad una distanza di almeno 50 cm come prescritto dal codice della strada.

La specifica relazione illuminotecnica dà riscontro dei requisiti normativi e delle categorie illuminotecniche di cui il progettista propone l'adozione per la progettazione esecutiva.

In particolare, per la nuova viabilità si prevede di adottare una categoria illuminotecnica M3 mentre per le rotatorie una categoria superiore ovvero la M2.

Gli attraversamenti in corrispondenza dei rami nord e est della rotatoria su via Giardini, così come l'attraversamento sul ramo nord della rotatoria su Strada Saliceta avranno illuminazione specifica e dedicata per garantire la massima visibilità e sicurezza di pedoni e ciclisti.

La progettazione esecutiva garantirà il rispetto della Legge di riferimento in materia di illuminazione ovvero la L.R. 29 settembre, n.19 della Regione Emilia-Romagna "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico" e della specifica normativa CAM inerente i sistemi di illuminazione pubblica. Il rispetto delle citate normative, oltre a limitare l'inquinamento luminoso, impone l'installazione di armature ad alta efficienza energetica e durata minima garantita (indice IPEA).

In sede di progettazione esecutiva sarà anche prodotta relazione illuminotecnica e verifica dell'indice IPEI.

9 RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE

Il drenaggio della piattaforma stradale e dei percorsi ciclabili e pedonali è garantito dalla rete di raccolta mediante caditoie. La strada è stata progettata con un dislivello centrale e pendenza trasversale del 2,50%; in curva la piattaforma assume una conformazione a unica falda con pendenza trasversale del 3,50%. I percorsi pedonali e ciclabili hanno pendenza dell'1,00% verso la campagna. Per la descrizione esaustiva delle opere idrauliche si rimanda alla specifica relazione.

In sintesi, la nuova viabilità sarà dotata di un sistema di drenaggio e convogliamento delle acque meteoriche verso il Cavo Cerca; in considerazione della localizzazione dell'area sarà applicato il principio di invarianza idraulica e saranno dunque sovradimensionati i collettori fognari di linea al fine di invase l'acqua che sarà rilasciata in quantità limitata verso il recapito.

In questa fase preliminare si è dimensionato il volume in funzione del parametro massimo contenuto nel PTCP pari a 500 mc /ettaro impermeabilizzato; in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una specifica modellazione idraulica.

Per il drenaggio si disporranno caditoie nelle posizioni di compluvio in ciglio carreggiata. Per i percorsi ciclabili e pedonali che fiancheggiano la carreggiata si manterrà la pendenza verso le aree verdi limitrofe.

Le zone ove saranno realizzate le intersezioni a rotatoria sono aree di viabilità esistenti per le quali si manterranno in essere i sistemi di recapito andando a riposizionare gli elementi di drenaggio

L'elaborato GIA-AO-PU-IS-14 evidenzia quanto sopra esposto.

10 INTERFERENZE IDRAULICHE

10.1 Canale di Formigine

Come evidenziato nell'inquadramento urbanistico la nuova viabilità va ad intersecare il Canale di Formigine, Canale storico che va da sud verso Nord. Il canale è un canale pensile (ovvero con arginature più alte della campagna) che veniva utilizzato a scopo irriguo. A Nord dell'area di intervento il canale è stato intubato con una tubazione in cemento di 100 cm di diametro che si collega alla rete fognaria comunale.

Nel tratto di intervento il Canale di Formigine è in gestione al Consorzio di Bonifica di Burana il quale ha riferito come oramai da diversi anni il Canale non sia più utilizzato. In considerazione che anche il fondo del canale risulta più alto della campagna circostante, il canale non può nemmeno svolgere la funzione di drenaggio delle aree limitrofe e dunque risulta di fatto idraulicamente inutilizzato a meno di manovre di emergenza in caso di eventi calamitosi.

Il canale stesso presenta sul lato est dello stesso un'ampia arginatura di larghezza 2,5 metri che lo rende fruibile e utilizzato come percorso naturalistico.

Già molti anni fa, a circa 150 metri a monte dell'area di intervento, il canale, all'intersezione con Strada Chiesa Saliceta San Giuliano è stato sifonato per darne continuità idraulica.

Alla luce di quanto esposto e in base alle informazioni a disposizione si propone, in corrispondenza dell'intersezione con la nuova viabilità, di realizzare un sifonamento del Canale, ipotizzando una sezione di 100 cm di diametro, ovvero pari alla sezione di tombamento presente più a valle.

È auspicabile che in sede di iter urbanistico di approvazione si possa verificare l'utilità di sifonare e garantire continuità idraulica ad un canale non più utilizzato o, quanto meno, di valutare se possibile utilizzare per il sifone una tubazione di diametro inferiore a quella presente più a valle.

A inizio e fine del tombino che funge da sifone si potrebbero realizzare pareti in cemento rivestite in muratura al fine di dare una connotazione storica al manufatto.

L'elaborato GIA-AO-PU-IS-18 evidenzia la proposta di risoluzione.

10.2 Cavo Cerca

Sul lato est di via Giardini, parallelo alla viabilità, corre il Canale Cerca. In questo tratto il canale risulta tombato. L'intervento in oggetto, in particolare la porzione est della rotatoria su via Giardini risulta superficialmente interferente con l'opera fognaria; le opere di scavo e nuova pavimentazione risultano sovrapposte all'asse del Canale senza andare a interessare direttamente l'ingombro del manufatto. Tuttavia, per tale motivo e per mancanza di informazioni a disposizione, si propone un intervento di rinforzo della soletta superiore del manufatto di tombamento. Si rimanda alle successive fasi progettuali per la definizione del tipo di intervento per il quale si

rendono necessarie ulteriori e più approfonditi rilievi così come indagini sulla portanza della opera esistente.

11 OPERE A VERDE E RETE DI IRRIGAZIONE

La relazione del verde e l'elaborato relativo alle mitigazioni **GIA_AO_PU_IS21** vanno a identificare gli interventi operanti per garantire l'inserimento dell'opera nel contesto periurbano.

12 INTERFERENZA SNAM

Nell'area oggetto di intervento è presente il metanodotto Cortemaggiore/Bologna per il quale si è eseguito un picchettamento al fine di tracciarne l'andamento plano-altimetrico. Il metanodotto presenta una fascia di rispetto di inedificabilità di circa 10 metri.

In fase di approvazione del progetto andrà verificata con SNAM la necessità di operare eventuali interventi di messa in protezione o deviazione del metanodotto stesso.

L'elaborato GIA-AO-PU-IS-19 evidenzia la posizione del metanodotto ed il profilo sia nello stato di fatto che nello stato di progetto con la nuova viabilità

13 CRONOPROGRAMMA

Per l'intervento si ipotizza una durata complessiva di 400 giorni naturali e consecutivi come meglio evidenziato nell'elaborato GIA-AO-PU-IS-04

14 PROPRIETÀ DELLE AREE

Le aree oggetto di intervento sono attualmente di proprietà del comune di Modena e di altri 2 soggetti che saranno oggetto di procedura di esproprio.

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	PROPRIETARIO
MODENA	197	parte del 225	COMUNE DI MODENA con sede in MODENA (MO)
MODENA	197	parte del 26	COMUNE DI MODENA con sede in MODENA (MO)
MODENA	197	parte del 29	COMUNE DI MODENA con sede in MODENA (MO)
MODENA	197	parte del 30	
MODENA	197	parte del 31	
MODENA	197	parte del 64	
MODENA	197	parte del 210	
MODENA	217	parte del 54	COMUNE DI MODENA con sede in MODENA (MO)
MODENA	217	parte del 56	COMUNE DI MODENA con sede in MODENA (MO)
MODENA	198	parte del 312	CESA COSTRUZIONI S.R.L. con sede in MILANO (MI)

L'elaborato GIA-AO-PU-IS-11 evidenzia le aree oggetto di intervento e l'elaborato GIA-AO-PU-IS-12 evidenzia le aree oggetto di esproprio.

15 PROGETTO STRADALE

15.1 Criteri progettuali principali

15.1.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane secondarie TIPO C

pari a 45 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO F

(b) *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:*

per $L < 300m$ $R \geq L$

per $L \geq 300m$ $R \geq 400m$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Figura 4;

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità del progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 1 - Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

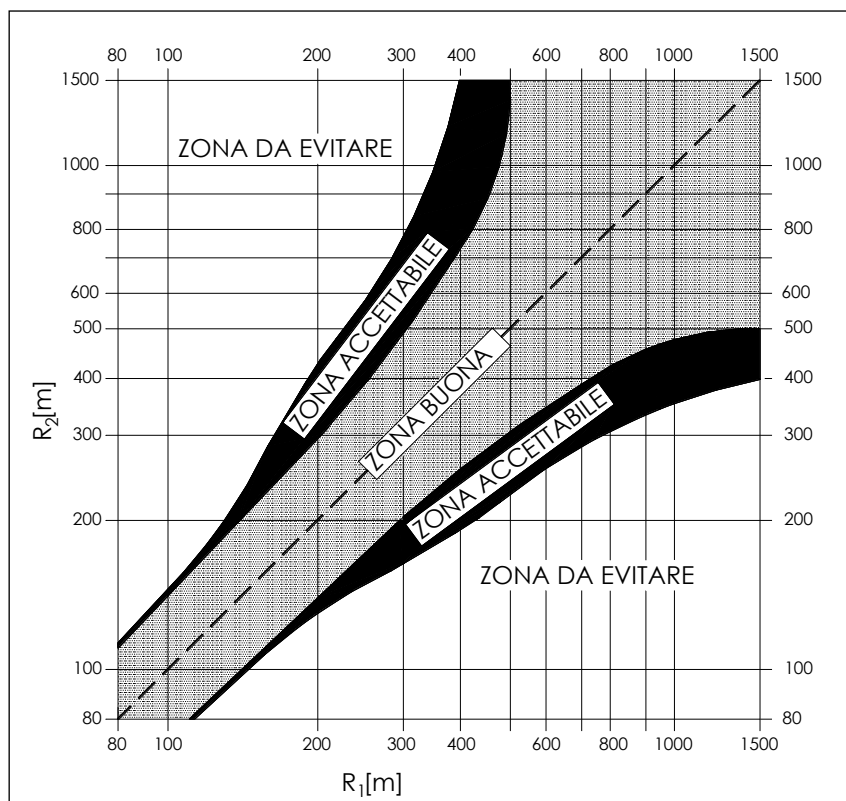


Figura 4 – Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La norma prevede che per $V_{p,max} \geq 100$ km/h (e quindi per strade tipo C e F) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f2).

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 e di seguito riportato.

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2,5}$;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a $0,8 \text{ m/s}^2$. Tale valore è stato mantenuto invariato anche per i tratti in approccio alle intersezioni con schema a rotatoria.
- In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di ingresso pari a 30 km/h con una decelerazione di $2,0 \text{ m/s}^2$ ed una velocità di uscita pari a 10 km/h con una accelerazione di $1,0 \text{ m/s}^2$ e;

- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min}=2.5 \cdot v_P$$

con v_P in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

(h) *Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccollo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- i_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R1 è il raggio minore e R2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

15.1.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo C (strade extraurbane secondarie), è pari al 7%.

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo F (strade extraurbane locali), è pari al 10%.

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

(j) *Raccordi verticali convessi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

- Rv = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

- h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone $h_2 = 1.10$ m.

(k) *Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

15.1.3 Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con le seguenti distanze:

- **Distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

- **Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso**, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra completa di sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto. Verifica non applicata per l'applicazione del divieto di sorpasso lungo tutto lo sviluppo stradale.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001, riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
f_l	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 2 - DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

- D1 = spazio percorso nel tempo τ
- D2 = spazio di frenatura
- V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- fl = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

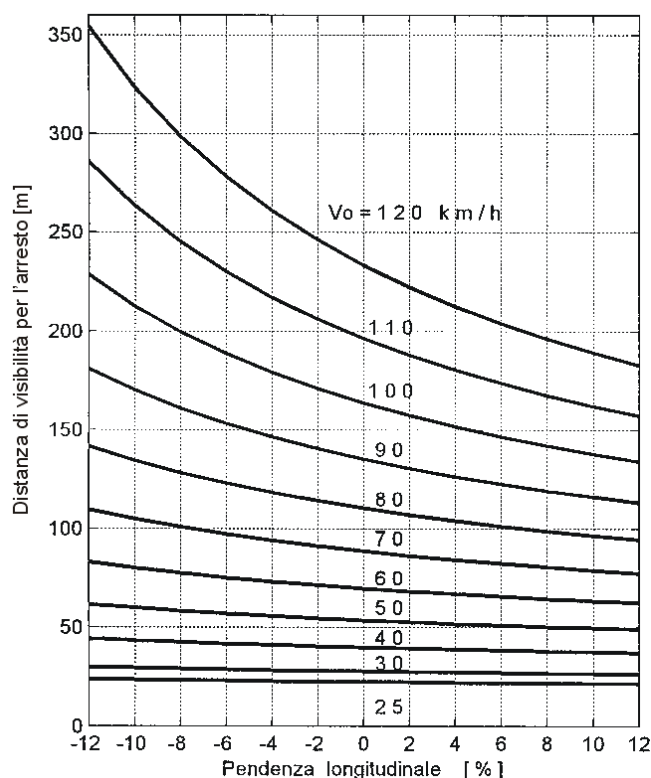


Figura 5 – Abaco distanze visibilità per l'arresto

15.2 Risultati delle verifiche di congruenza con le normative di riferimento

15.2.1 Diagramma di velocità

Le verifiche degli elementi del tracciato sia planimetrici che altimetrici dipendono dal diagramma delle velocità presentato nella figura seguente. La velocità massima di progetto è posta pari a 60 km/h come indicato in normativa per strade di categoria E, corrispondente a un limite amministrativo di 50 km/h.

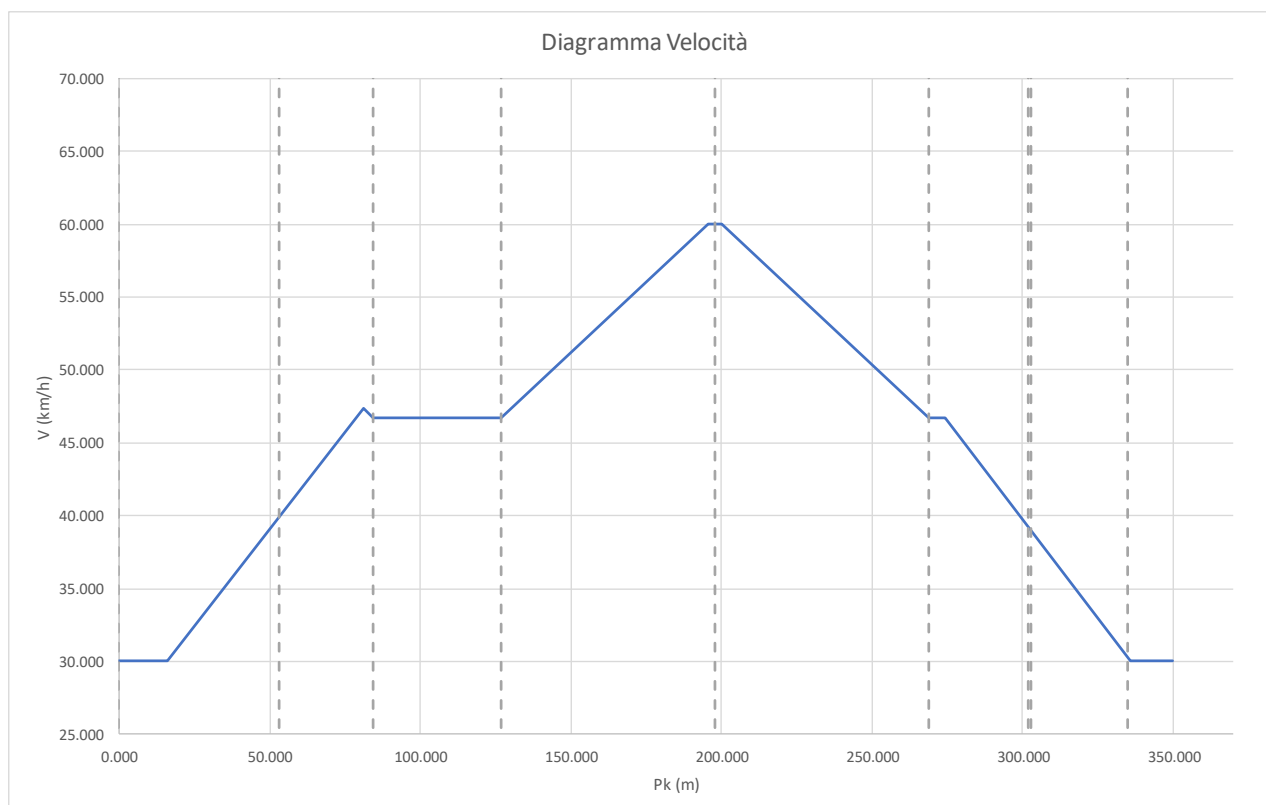


Figura 6 - Diagramma di velocità

Il diagramma di velocità è realizzato utilizzando valori di accelerazione e decelerazione previsti dal D.M. 05/11/2001 pari a 0.8 m/s^2 . La velocità di ingresso e uscita dalle rotatorie è stata posta cautelativamente pari a 30 km/h.

Dai diagrammi di velocità risulta che il tracciato si può ritenere omogeneo per entrambi i sensi di circolazione in quanto la differenza fra le velocità di percorrenza di due curve successive e le differenze fra le velocità dei tratti percorsi a velocità massima di progetto e le velocità di percorrenza delle curve successive a tali tratti soddisfano i limiti imposti dalla Normativa.

Risultano inoltre verificate le condizioni riguardanti la distanza di transizione, la distanza di riconoscimento e la distanza di visuale libera. Nei tratti di accelerazione e decelerazione in prossimità delle rotatorie alle estremità del tratto in progetto queste verifiche non sono pertinenti.

15.2.2 Andamento planimetrico dell'asse

Si riporta di seguito l'elenco degli elementi planimetrici del tracciato di progetto con le verifiche in base alla normativa D.M. 05/11/2001. Le verifiche sono state svolte utilizzando le velocità di progetto di cui sopra.

ELEMENTO	PK iniziale	PK finale	Sviluppo [m]	Parametro A	Raggio [m]	Verso	pt dx	pt sx	VEL [km/h]	VP [km/h]
RETTIFILO	0.000	53.007	53.007	0.000	0.000		-2.500	-2.500	39.856	39.856
CLOTOIDE	53.007	84.472	31.465	47.266	0.000	Dx	0.000	0.000	47.404	47.404
ARCO	84.472	127.047	42.574	0.000	71.000	Dx	-3.500	3.500	46.680	46.680
CLOT. FLESSO E	127.047	197.862	70.816	70.908	71.000	Dx	0.000	0.000	60.000	60.000
CLOT. FLESSO U	197.862	268.678	70.816	70.908	0.000	Sx	0.000	0.000	60.000	60.000
ARCO	268.678	302.803	34.124	0.000	71.000	Sx	3.500	-3.500	46.680	46.680
RETTIFILO	302.803	349.957	47.154	0.000	0.000		0.132	-2.500	38.969	38.969

Di seguito si riporta il tabulato dettagliato dell'asse e l'indicazione del rispetto della normativa.

N.	Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica
1	RETTIFILO	0.000	53.007	53.007	0.000	0.000	0.000		-1.924	-1.924	39.856	
2	CLOTOIDE	53.007	84.472	31.465	47.266	0.000	71.000	Dx	0.000	0.000	47.404	
3	ARCO	84.472	127.047	42.574	0.000	71.000	71.000	Dx	-3.500	3.500	46.680	
4	CLOT. FLESSO E	127.047	197.862	70.816	70.908	71.000	0.000	Dx	0.000	0.000	60.000	
5	CLOT. FLESSO U	197.862	268.678	70.816	70.908	0.000	71.000	Sx	0.000	0.000	60.000	
6	ARCO	268.678	302.803	34.124	0.000	71.000	71.000	Sx	3.500	-3.500	46.680	
7	RETTIFILO	302.803	349.957	47.154	0.000	0.000	0.000		0.132	-2.500	38.969	

N.	Tipo	Verifica	Ottico1 A <= R	Ottico2 A >= R/3	Sovrapendenza	Contraccollo	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	R>Rmin compl.	Sv >= Smin
1	RETTIFILO						53.007 <= 876.822	53.007 > 30.000				
2	CLOTOIDE		47.3 <= 71.0	47.3 >= 23.7	47.3 >= 33.5	47.3 >= 45.4						
3	ARCO								71.000 >= 51.422	71.00 > 53.01	71.00 >= 51.42	42.57 >= 32.42
4	CLOT. FLESSO E		70.9 <= 71.0	70.9 >= 23.7	70.9 >= 28.8	70.9 >= 70.9						
5	CLOT. FLESSO U		70.9 <= 71.0	70.9 >= 23.7	70.9 >= 28.8	70.9 >= 70.9						
6	ARCO								71.000 >= 51.422	71.00 > 47.15	71.00 >= 51.42	34.12 >= 32.42
7	RETTIFILO						47.154 <= 857.322	47.154 > 30.000				

15.2.3 Allargamenti in curva

Nei tratti in curva, il valore dell'allargamento delle corsie prescritto per consentire l'iscrizione dei veicoli è pari a:

$$E = K / R$$

dove K= 45;

dove R [m] è il raggio esterno della corsia (per R >40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata). Se l'allargamento E, così calcolato, è inferiore a 20 cm le corsie conservano le larghezze che hanno in rettilo.

In corrispondenza delle curve circolari, è stato previsto un allargamento per iscrizione pari a:

Allargamenti per iscrizione in curva veicoli			
Curva 1	verso	DX	
Raggio [m]	71	Larg. Corsia [m]	2.75
	R ext corsia (per <40m) R asse (per R>40m)	Allarg. E=45/R [m]	Valori dimezzati [m]
Corsia sx	71	0.634	0.317
Corsia dx	71	0.634	0.317
	Allargamento totale interno curva		0.634
Allargamenti per iscrizione in curva veicoli			
Curva 2	verso	SX	
Raggio [m]	71	Larg. Corsia [m]	2.75
	R ext corsia (per <40m) R asse (per R>40m)	Allarg. E=45/R [m]	Valori dimezzati [m]
Corsia sx	71	0.634	0.317
Corsia dx	71	0.634	0.317
	Allargamento totale interno curva		0.634

15.2.4 Andamento altimetrico dell'asse

L'andamento altimetrico è composto dalla successione di elementi riportati nella tabella seguente:

LIVELLETTE								
Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R
0	0.000	40.339	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	9.578	40.339	9.578	9.578	0.000	0.000	9.578	9.578
2	16.530	40.200	6.952	6.952	-2.000	-0.139	6.954	6.954
3	26.639	39.998	10.109	0.709	-2.000	-0.202	10.111	0.709
4	294.764	40.936	268.124	245.974	0.350	0.938	268.126	245.976
5	325.168	40.784	30.405	7.655	-0.500	-0.152	30.405	7.655
6	343.957	41.160	18.788	8.788	2.000	0.376	18.792	8.790
7	349.950	41.160	5.993	5.993	0.000	0.000	5.993	5.993

RACCORDI							
Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	0.000	-2.000	0.000	9.578	9.578	0.000
2	Par	0.000	0.000	0.000	16.530	16.530	0.000
3	Par	800.000	2.350	18.801	17.239	36.039	18.800
4	Par	3000.000	-0.850	25.500	282.014	307.514	25.500
5	Par	800.000	2.500	20.001	315.168	335.168	20.000
6	Par	0.000	-2.000	0.000	343.957	343.957	0.000
-	-	-	-	-	-	-	-

Le verifiche altimetriche, in funzione delle velocità come desunte dal diagramma delle velocità, sono riportate nella successiva tabella:

Vert.	Prog.	Quota	i [%]	Racc.	Tipo	Verifica	Pend. < Pend. Max	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geom.
0	0.000	40.339	0.000		Liv.	-	-	-	-	-
1	9.578	40.339	0.000	1	Liv.		0.000% <= 8.000%	-	-	-
2	16.530	40.200	-2.000	2	Par.		-2.000% <= 8.000%	-	-	-
3	26.639	39.998	-2.000	3	Par.		-2.000% <= 8.000%	800.000 >= 0.000	800.000 >= 160.340	800.000 >= 40.000
4	294.764	40.936	0.350	4	Par.		0.350% <= 8.000%	3000.000 >= 0.000	3000.000 >= 255.705	3000.000 >= 20.000
5	325.168	40.784	-0.500	5	Par.		-0.500% <= 8.000%	800.000 >= 0.000	800.000 >= 163.215	800.000 >= 40.000
6	343.957	41.160	2.000	6	Par.		2.000% <= 8.000%	-	-	-
7	349.950	41.160	0.000		Liv.		0.000% <= 8.000%	-	-	-

15.2.5 Visibilità

Per garantire che la marcia di un veicolo proceda sempre sicura sia in rettilineo che in curva, il guidatore di un veicolo che viaggia alla velocità di progetto deve essere in condizione di disporre sempre di una distanza di visuale libera che non sia inferiore alla distanza di arresto del veicolo. In tal modo eventuali veicoli fermi o ostacoli generici sulla corsia di marcia possono essere individuati in tempo utile per fermare il veicolo prima dell'ostacolo imprevisto.

Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

La distanza di visibilità per l'arresto è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente, posto al centro della corsia da lui impegnata e con l'altezza del suo occhio a 1,10 m. dal piano viabile, possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto, posto lungo l'asse della corsia del conducente a 0,10 m. dal piano viabile.

Nelle curve destrorse, l'installazione di barriere di sicurezza ovvero opere di sostegno o altri elementi posti al limite della banchina, possono costituire una limitazione alla visibilità che deve essere considerata ai fini della verifica della visuale libera per l'arresto. In tali punti potrebbe essere necessario allargare la banchina e spostare l'ostacolo al limite del nuovo ciglio. al fine di garantire la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto.

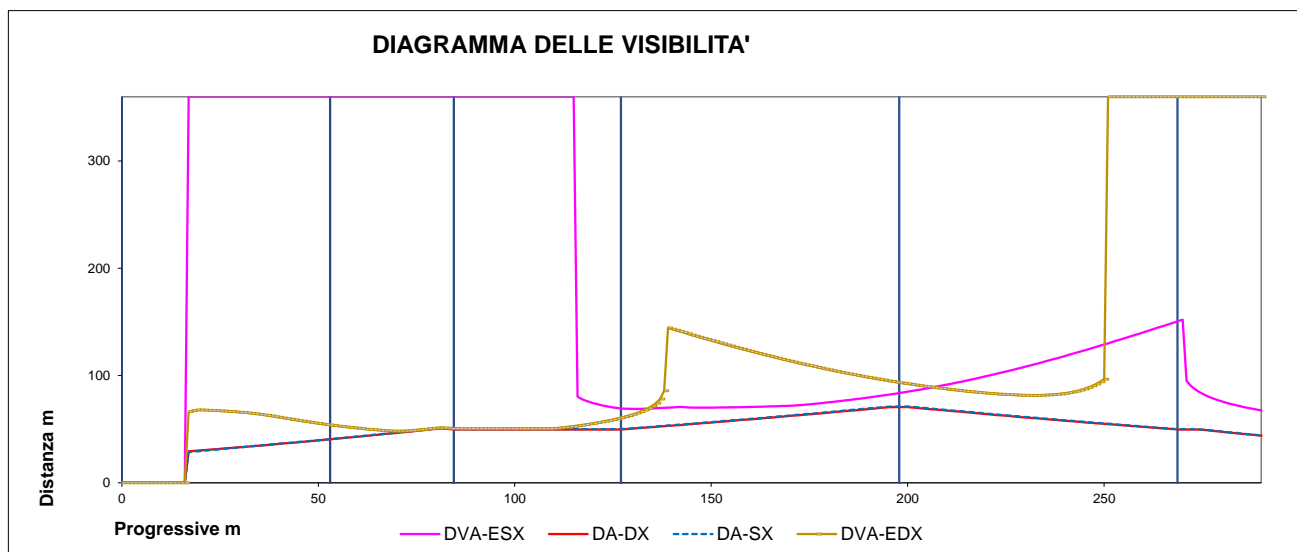
Per l'analisi di visibilità è stata considerata come limite di visuale il limite esterno dei percorsi ciclabile e pedonale a lato strada.

Per quanto riguarda gli allargamenti di visibilità, necessari per garantire la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto in funzione della velocità di progetto, con riferimento all'andamento planimetrico, sono state effettuate le verifiche lungo tutte le curve circolari.

Le verifiche hanno dato esito negativo per la prima curva destrorsa. È stato pertanto necessario effettuare un allargamento della banchina, avente il valore massimo di 0,82 m.

Per la seconda curva, la maggiore estensione trasversale della ciclo-pedonale è sufficiente a garantire la corretta visibilità.

A seguito dell'allargamento, il risultato positivo della verifica dell'asse in oggetto è riportato nelle seguenti immagini, ove è diagrammato, in funzione della progressiva dell'asse stradale, l'andamento delle visuali libere disponibili e delle visuali libere richieste ed il relativo confronto.



16 PROGETTO ROTATORIE

16.1 Dimensionamento degli elementi modulari

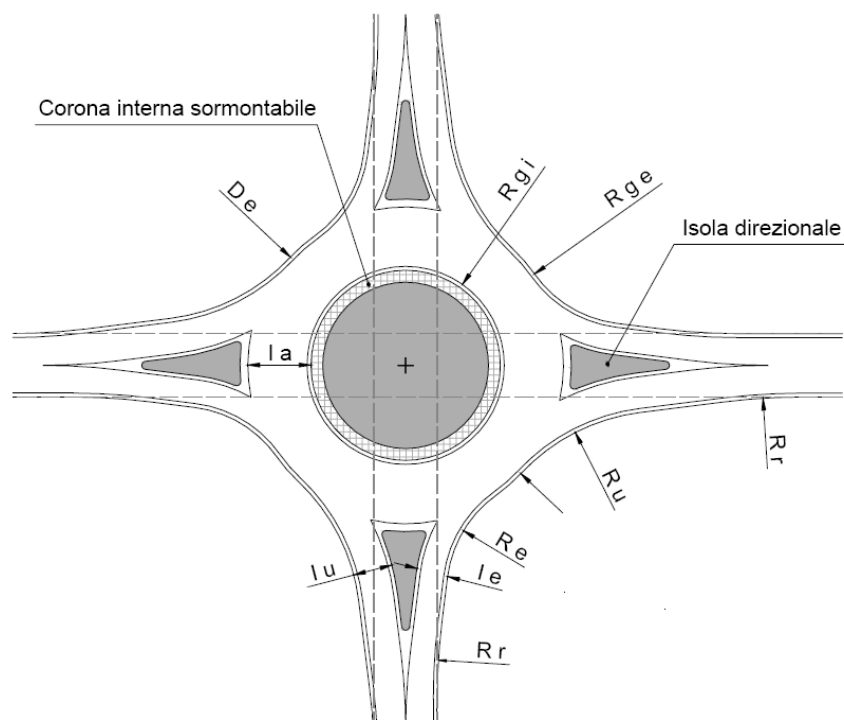


Figura 7 - Elementi di progetto delle rotatorie

In tabella si riportano le larghezze degli elementi modulari utilizzati nel dimensionamento della rotatoria in base al D.M. 19/04/2006.

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.

Figura 8 - Larghezza degli elementi modulari delle rotatorie

16.2 Geometria delle rotatorie e analisi di deflessione

La regola principale per il disegno progettuale delle rotatorie riguarda il controllo della deflessione delle traiettorie in attraversamento del nodo, ed in particolare le traiettorie che interessano due rami opposti non consecutivi.

Lo scopo primario delle rotatorie è un assoluto controllo delle velocità all'interno dell'incrocio ed è essenziale che la geometria complessiva impedisca valori cinematici superiori ai limiti usualmente assunti a base di progetto. Per la verifica della deflessione si è fatto riferimento al DM 19/04/2006 tramite la verifica dell'angolo β . Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata R_{e2} un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45° .

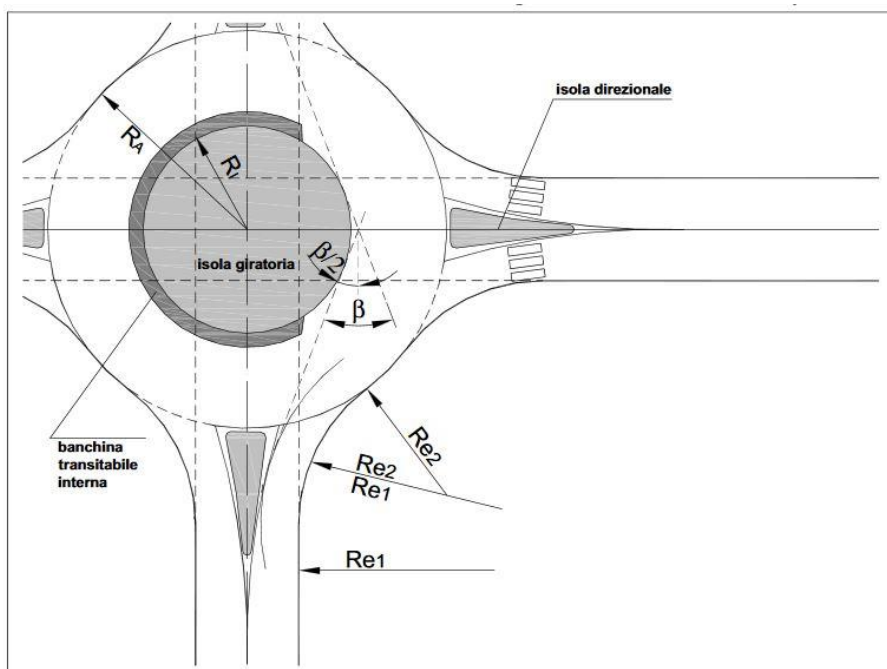


Figura 9 - Elementi di progetto e tipizzazione delle rotonde

16.3 Determinazione delle aree di visibilità

Gli utenti che si avvicinano ad una rotonda devono percepire i veicoli con precedenza all'interno della corona in tempo per modificare la propria velocità per cedere il passaggio o eventualmente fermarsi. In particolare, onde garantire un'adeguata visibilità, si devono adottare le seguenti prescrizioni:

- il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15 m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- la posizione planimetrica si pone sulla mezziera della corsia di entrata in rotonda (o delle corsie di entrata) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1 m sul piano viabile;
- la zona di cui è necessaria la visibilità completa corrisponde al quarto di corona giratoria posta alla sinistra del canale di accesso considerato.

La modalità di costruzione delle aree di visibilità è rappresentata nella figura seguente.

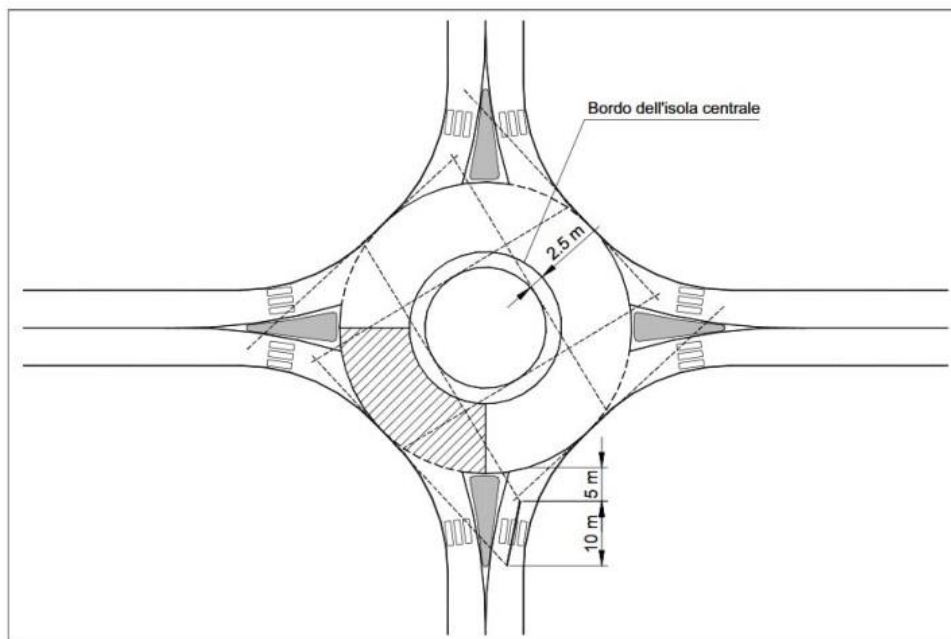


Figura 10 - Campi di visibilità

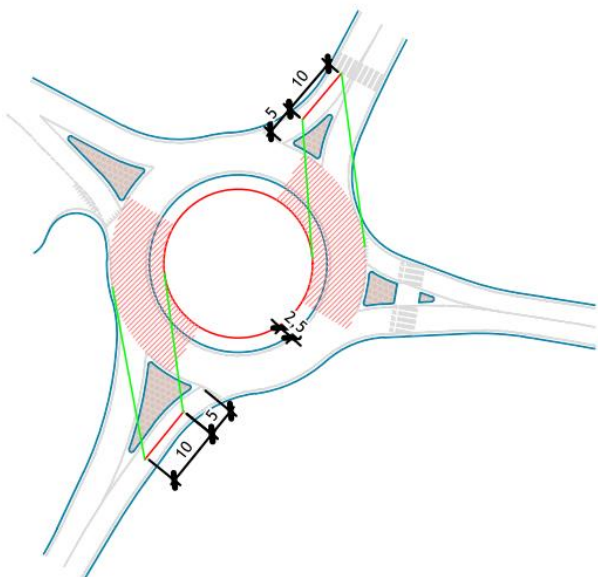
16.4 Risultati delle verifiche di congruenza con la normativa di riferimento

Le intersezioni in progetto si sovrappongono a due intersezioni a “T” esistenti in corrispondenza delle quali viene realizzata la nuova viabilità di collegamento. Le rotatorie presentano perciò quattro bracci di immissione e uscita.

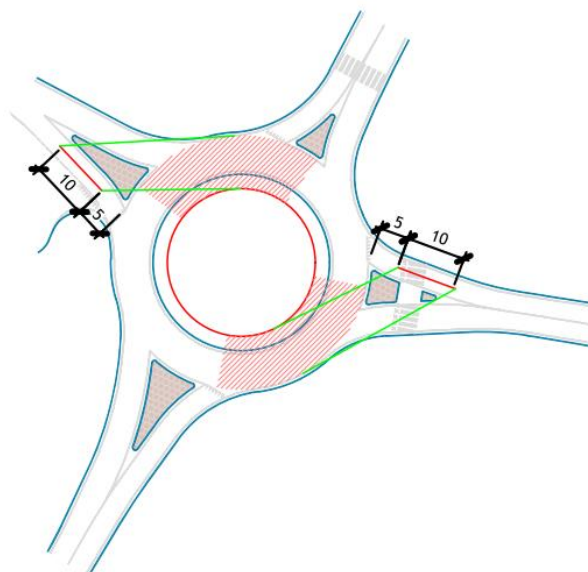
Entrambe le nuove rotatorie ricadono nel caso di adeguamento di viabilità esistente ed entrambe risultano influenzate dalle viabilità esistenti. La posizione della rotatoria su via Giardini è vincolata dalla necessità di occupare le medesime aree già pavimentate. La posizione e le dimensioni della rotatoria su Strada Saliceta sono invece fortemente vincolate dalla presenza di abitazioni private a nord e dalle aree della Parrocchia a sud-ovest.

Le verifiche di visibilità sono sempre positive, viene infatti sempre garantita la visuale libera del quarto di rotatoria alla sinistra di ogni ramo di ingresso per entrambe le intersezioni.

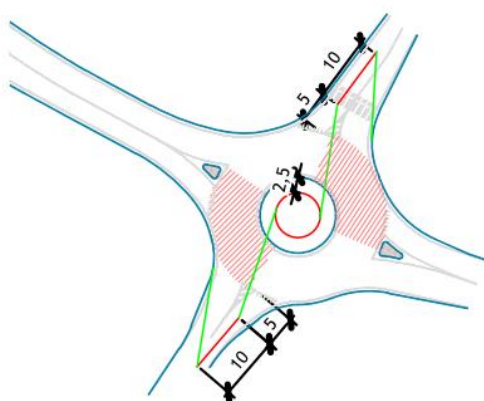
Verifiche visuale libera direttrice via Giardini



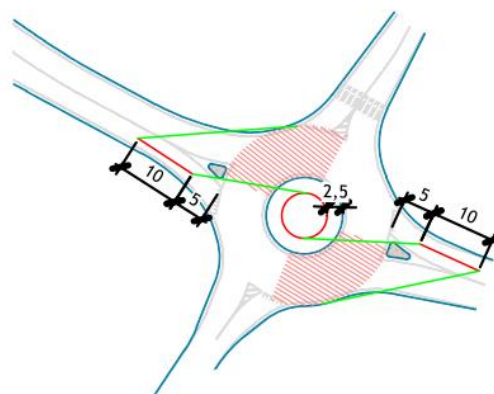
Verifiche visuale libera direttrice via Zodiaco - Nuova viabilità



Verifiche visuale libera direttrice Strada Chiesa Saliceta

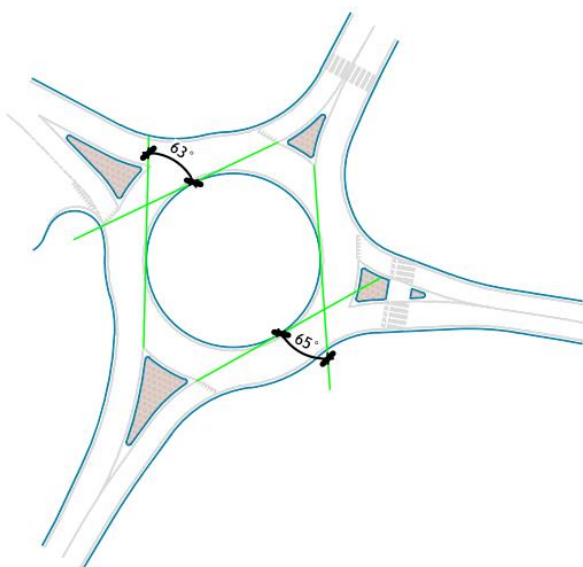


Verifiche visuale libera direttrice Stradello San Giuliano - Nuova viabilità

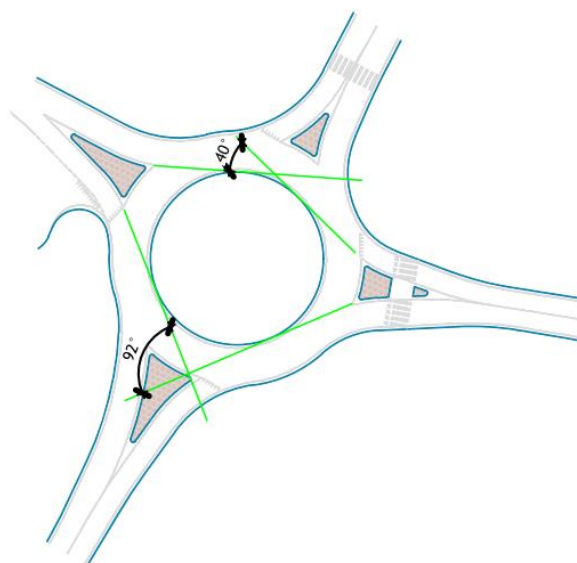


I valori di deflessione delle traiettorie per quanto riguarda la rotatoria su via Giardini, superano abbondantemente i valori raccomandati per gli ingressi lungo la direttrice nord-sud maggiormente trafficata; si raggiunge invece un angolo di 40° per l'ingresso da est, vincolato come posizione dal tracciamento della nuova viabilità e dalla presenza del comparto Ex Caserme. Tale valore risulta prossimo alle raccomandazioni della normativa e garantisce la sicurezza complessiva dell'intersezione anche considerando lo sviluppo in curva tracciato della nuova viabilità che limita le velocità di approccio all'intersezione.

Verifiche deflessione direttrice via Giardini

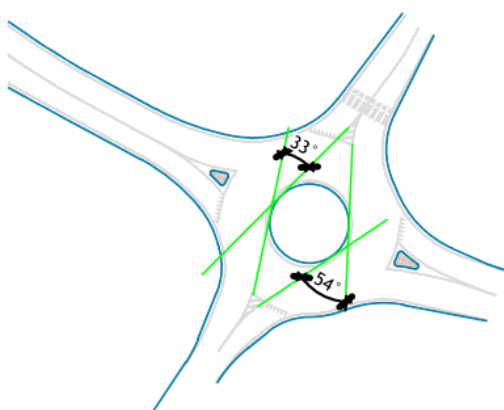


Verifiche deflessione direttrice
via Zodiaco - Nuova viabilità



La conformazione di rotatoria compatta dell'intersezione su Strada Saliceta, la geometria della viabilità esistente e i limiti di occupazione hanno vincolato le dimensioni complessive della rotatoria così come l'ampiezza dei rami di ingresso e uscita. Per tale motivo gli angoli di deflessione si attestano al di sotto del valore raccomandato in normativa. Per questo motivo, prima dell'apertura al traffico andrà valutata con gli uffici competenti del Comune la possibilità di predisporre segnaletica integrativa rispetto a quella di preavviso così come suggerito dalla normativa nei casi di adeguamento di intersezioni esistenti.

Verifiche deflessione direttrice Strada Chiesa Saliceta



Verifiche deflessione direttrice Stradello
San Giuliano - Nuova viabilità

