



COMUNE DI LUCCA

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Settore Dipartimentale 5 - Lavori Pubblici e Traffico - U.O. 5.4 - Strade - Progettazione

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani

CODICE ELABORATO

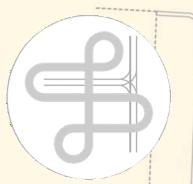
TITOLO ELABORATO

SCALA

02_PFTE_GEN_02

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DELL'INTERVENTO

PROGETTISTA:



Ing. Giuseppe Serrapede

Dott. Matteo Coturri

Nr

01

02

EMISSIONE

Prima emissione PFTE

Emissione post CDS

DATA

08/08/2025

21/11/2025

Responsabile Unico del Procedimento

Dott.ssa Ing. Francesca Guidotti

Il Dirigente

Dott.ssa Ing. Antonella Giannini



INDICE

1. GENERALITA'	3
1.1 Inquadramento territoriale	3
1.2 Inquadramento storico	5
2. CARATTERISTICHE DELLO STATO ATTUALE	6
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	8
4. STUDIO DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO	9
4.1 Soluzione 1	9
4.2 Soluzione 2	10
4.3 Soluzione 3	11
5. SOLUZIONE DI PROGETTO SELEZIONATA	11
5.1 Elementi geometrici	12
5.2 Verifica di compatibilità delle manovre	13
5.3 Verifica delle distanze di visibilità	16
5.4 Verifica dell'angolo di deviazione	17
5.5 Sezioni tipo e particolari	19
6. STUDIO DI TRAFFICO	23
7. INQUADRAMENTO URBANISTICO	24
8. SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	26
8.1 Generalità	26
8.2 Studio idrologico per la definizione delle portate pluviali	27
8.2.1 Curve di possibilità pluviometriche 1-24 ore	27
8.2.2 Altezza di pioggia di progetto	28
8.2.3 Coefficienti di afflusso	29
8.2.4 Tempo di corrievazione	29
8.3 Dimensionamento del sistema di smaltimento	29
8.3.1 Dimensionamento delle tubazioni in PVC	30
8.4 Reticolo idrografico	36
8.5 Considerazioni finali	37
9. IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE	37
10. INTERFERENZE	39



11. SEGNALETICA STRADALE	41
12. SOVRAPPOSTO CATASTALE	45
13. CANTIERIZZAZIONE E CRONOPROGRAMMA	46
14. VERDE PUBBLICO	47
14.1 Gestione delle alberature esistenti	47
14.2 Riorganizzazione dei percorsi pedonali e predisposizione tecniche	47
14.3 Impianto idrico	47
15. IMPATTO ACUSTICO DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	48
15.1 Considerazioni generali	48
15.2 Confronto prestazionale sulle emissioni sonore	49
16. GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA	54
17. CRITERI AMBIENTALI MINIMI – CAM	55
17.1 Criteri ambientali minimi per le infrastrutture stradali	55
17.1.1 Scelta dei materiali	55
17.1.2 Efficienza energetica	56
17.1.3 Gestione dei rifiuti	56
17.1.4 Riduzione emissioni inquinanti	56
17.2 Opere a verde ed impianto di irrigazione	56
17.3 Impianto di illuminazione	57
17.3.1 Specifiche tecniche	58



1. GENERALITA'

1.1 Inquadramento territoriale



Figura 1 Inquadramento generale

L'intervento progettuale ha l'obiettivo di migliorare la circolazione stradale e la sicurezza nell'intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani, situata in una zona a sud di Lucca. L'attuale intersezione, regolata da segnaletica di stop, evidenzia criticità legate alle lunghe code che si formano soprattutto su Via Vincenzo Consani, causando frequenti rallentamenti e disagi alla viabilità locale. Tuttavia, la problematica più rilevante riguarda la svolta dei mezzi pesanti provenienti da Via della Formica in direzione di Via Consani: i camion, infatti, per effettuare la svolta a destra sono costretti a invadere la corsia opposta, generando gravi problemi di sicurezza per tutti gli utenti della strada. Il progetto mira a risolvere queste criticità attraverso una nuova configurazione dell'intersezione, che consenta una circolazione più fluida e sicura. Oltre agli interventi sulla viabilità, è prevista anche una riqualificazione dell'area ispirata all'antico Porto della Formica, che sorgeva storicamente proprio in questa zona. L'intento è quello di valorizzare il legame con il passato, restituendo all'area un'identità culturale e paesaggistica coerente con la sua memoria storica.



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

L'intervento progettuale consiste nella **trasformazione a rotatoria** dell'attuale intersezione tra Via della Formica e Vincenzo Consani, nel territorio comunale di Lucca. Segue uno stralcio della planimetria di progetto.



Figura 2 Particolare dell'intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani

Come si nota dalla figura sopra riportata, nella soluzione selezionata l'intervento verrà realizzato interamente sul sedime stradale esistente, con l'utilizzo parziale di un'area attualmente adibita a parco pubblico.

L'installazione di una nuova rotatoria sulla strada esistente, che si estende parzialmente anche sull'area del parco adiacente, non comporta rischi o compromissioni significative dal punto di vista geologico.



1.2 Inquadramento storico

La zona di intervento corrisponde all'area dell'antico porto di San Concordio, noto anche come Porto della Formica, Porto Fiumicello o Porto dei Navicelli. Situato a circa 300 metri a sud della Porta San Pietro, nei pressi delle Mura di Lucca, costituiva il tratto terminale del Fosso Formica, un canale navigabile di probabile origine romana rimasto in funzione fino al 1860. Fin dall'VIII secolo, è documentata l'esistenza di un sistema organizzato di trasporti fluviali che collegava Lucca alla costa tirrenica attraverso una rete di vie d'acqua comprendente il Formica, l'Ozzeri-Rogio, il lago di Bientina e l'Arno. Questo collegamento fu di fondamentale importanza strategica per lo sviluppo economico della città, contribuendo in modo determinante alla sua prosperità commerciale durante il Medioevo.



Figura 3 Foto storiche dell'area

L'importanza strategica del Porto venne meno presumibilmente con l'arrivo della vicina linea ferroviaria nel 1848, che segnò l'inizio del declino del trasporto fluviale. Nonostante ciò, l'attività commerciale sul Fosso Formica proseguì almeno fino al 1899, come testimoniano interventi di ripristino eseguiti in quell'anno a causa di problemi di interramento del canale. Il canale Formica, che ancora oggi scorre a cielo aperto nel tratto a sud dell'autostrada Firenze-Mare, è stato progressivamente intubato tra gli anni '60 e '80 del Novecento nel tratto urbano che attraversa il quartiere di San Concordio.



2. CARATTERISTICHE DELLO STATO ATTUALE

Relativamente allo stato attuale dei luoghi per una visione di dettaglio si rimanda alla visione dello specifico elaborato grafico riportante le condizioni planimetriche rilevate in loco.



Figura 4 Vista aerea dell'area di intervento lato Ovest



Figura 5 Vista dell'area di intervento lato Nord



Figura 6 Vista dell'area di intervento Via della Formica



Figura 7 Panoramica frontale dell'area di intervento

2.1 Ispezione canale sotto strada

Per maggiore chiarezza, si riporta quanto emerso a seguito del sopralluogo effettuato sul canale sotterraneo situato sotto il marciapiede di Via della Formica, in corrispondenza dell'area prevista per la futura realizzazione della rotatoria. Dall'ispezione è risultato che il canale è in buono stato di conservazione, senza segni evidenti di deterioramento o ostruzioni che possano comprometterne la funzionalità.



Pertanto, il canale non costituisce un ostacolo alla realizzazione dell'opera e non si prevedono difficoltà durante i lavori. Si consiglia comunque di effettuare verifiche periodiche per garantirne il mantenimento in condizioni ottimali.



Figura 8 Ispezione canale della Formica

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali fonti normative adottate ed i maggiori riferimenti della letteratura tecnica consultati per lo sviluppo della specifica progettazione in oggetto sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.
- Nuovo Codice della Strada 2019.
- Legge 5/11/1971 n.1086 “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. 17/01/2018 – “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n.7 - 21/01/2019 – “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.



4. STUDIO DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO

Secondo le logiche dello studio di fattibilità sono state studiate più soluzioni di progetto finalizzate all'individuazione dell'alternativa migliore in termini di soddisfacimento dei requisiti di sicurezza, rispondenza normativa ed efficientamento della circolazione viaaria

4.1 Soluzione 1

Rotatoria circolare di diametro 27 m



Figura 9 Soluzione di progetto n. 1

La soluzione proposta prevede la realizzazione di un anello rotatorio con una larghezza di 7 metri, affiancato da una fascia sormontabile di 2 metri. Particolare attenzione è stata riservata alla traiettoria Sud-Ovest, in modo da agevolare la manovra di svolta a destra dei mezzi pesanti, migliorando così la sicurezza e la fluidità del traffico.



4.2 Soluzione 2

Rotatoria circolare di diametro 24 m

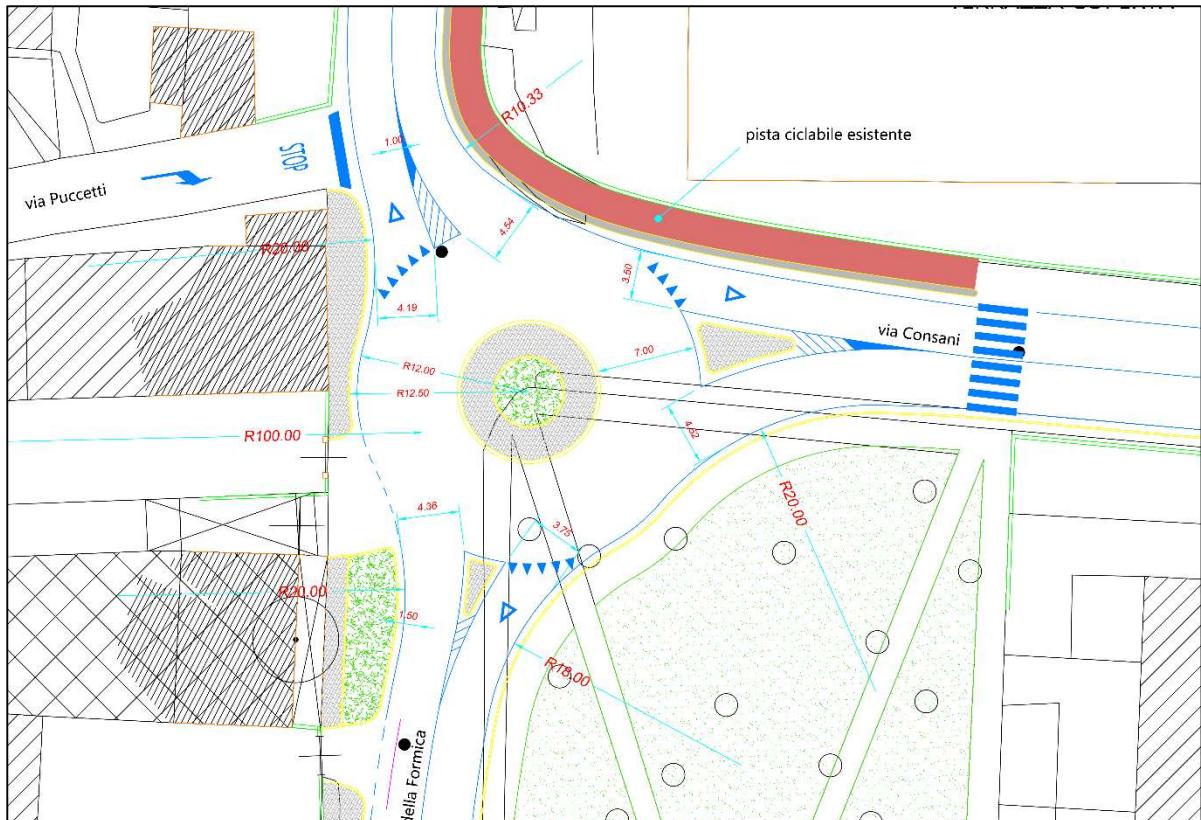


Figura 10 Soluzione di progetto n. 2



4.3 Soluzione 3

Intersezione a raso lineare con isola a goccia



Figura 11 Soluzione di progetto n. 3

5. SOLUZIONE DI PROGETTO SELEZIONATA

La soluzione tenuta meritevole di approfondimento progettuale è stata ritenuta la n°1 ovvero la soluzione di inserimento di una rotatoria avente le caratteristiche di seguito riportate



5.1 Elementi geometrici



Figura 12 Stralcio della planimetria di progetto

Il progetto prevede di realizzare una rotatoria all'intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani come rappresentato nella figura sopra riportata

Le caratteristiche geometriche della rotatoria risultano essere:

- Diametro = 27 m;
- Fascia di coronamento = 2 m
- Anello giratorio = 7 m;
- Banchina esterna = 0,5 m;
- Banchina interna = 0,5 m;
- Corsie di ingresso = Min. 3,50 m, Max. 4,0 m;
- Corsie di uscita = 4,50 m;



5.2 Verifica di compatibilità delle manovre

L'inserimento degli elementi geometrici che realizzano l'intersezione nel suo complesso è stato eseguito a partire da quanto previsto dal Decreto 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", G.U. n° 170 del 24 luglio 2006. L'iter progettuale adottato ha tenuto poi conto degli effetti dinamici dovuti alla circolazione dei mezzi ritenuti più vincolanti ai fini delle manovre, in modo da verificare se, oltre al rispetto normativo venissero garantite condizioni di efficienza e sicurezza al momento dell'apertura al traffico. Per lo studio delle alternative di progetto per l'adeguamento a circolazione rotatoria dell'intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani nel comune di Lucca si è proceduto alla verifica di compatibilità delle manovre mediante il software Vehicle Tracking che consente, valutati i mezzi che generalmente impegnano l'intersezione, di verificare gli effettivi ingombri durante la circolazione all'interno della rotatoria. Il veicolo più vincolante ai fini delle manovre è risultato essere un BUS da 10.50 m e un articolato di 16, 50 m di cui si riportano di seguito le caratteristiche tecniche:



Figura 13 Veicoli adottati per la verifica di compatibilità delle manovre

AUTOARTICOLATO:

Lunghezza complessiva L=16.50m
Larghezza complessiva L=2.55m
Raggio di sterzata muro muro L=12.50m
Tempo di sterzata completa 4s



BUS 10,50 m:

Lunghezza complessiva L=10.50m
Larghezza complessiva L=2.50m
Raggio di sterzata muro muro L=10.50m



Figura 14 Veicoli adottati per la verifica di compatibilità delle manovre

Si sono utilizzate delle velocità compatibili con la circolazione in rotatoria e dunque mai inferiori ai 15 km/h in questo modo si ritiene possibile garantire l'efficienza della circolazione anche nei punti più



critici. Per le verifiche, che comportano manovre sulla viabilità principale, è stata svolta altresì una simulazione con un autoarticolato.

Le analisi condotte con apposito software hanno dimostrato che, in particolar modo per quel che concerne l'asse principale, la circolabilità dei mezzi viene rispettata con opportuno margine di sicurezza.

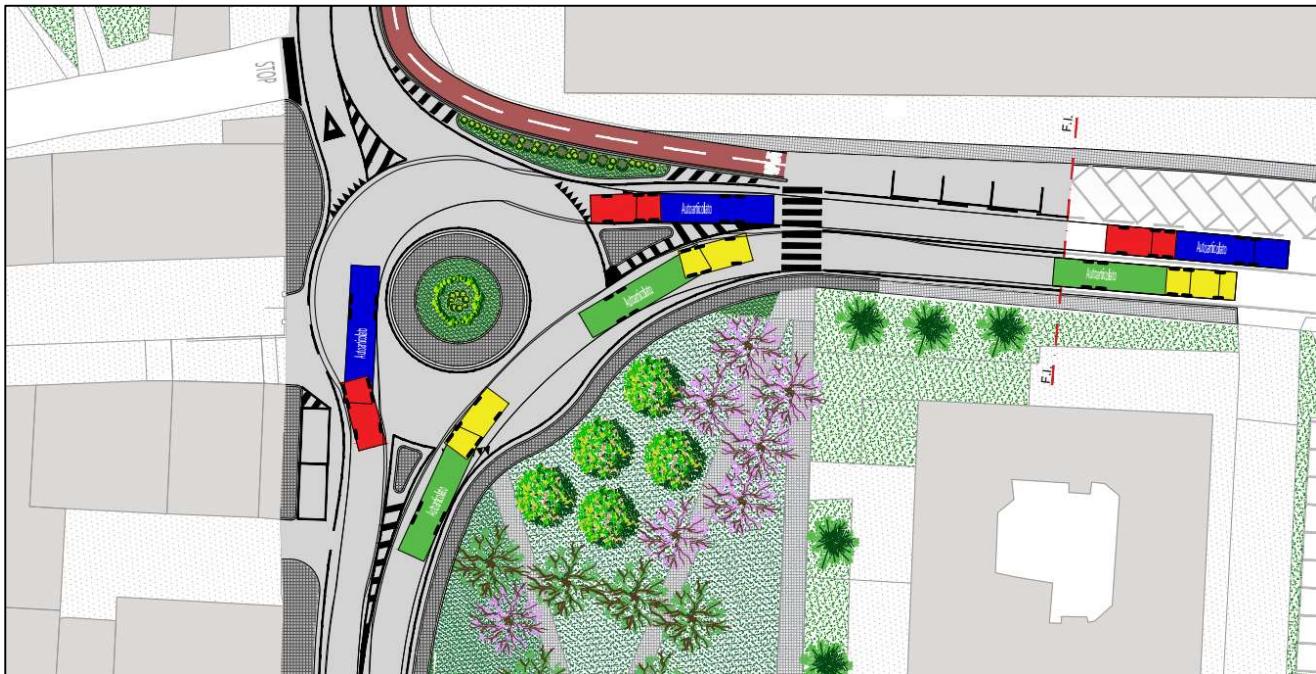


Figura 15 Manovra di svolta autoarticolato 16,50 m

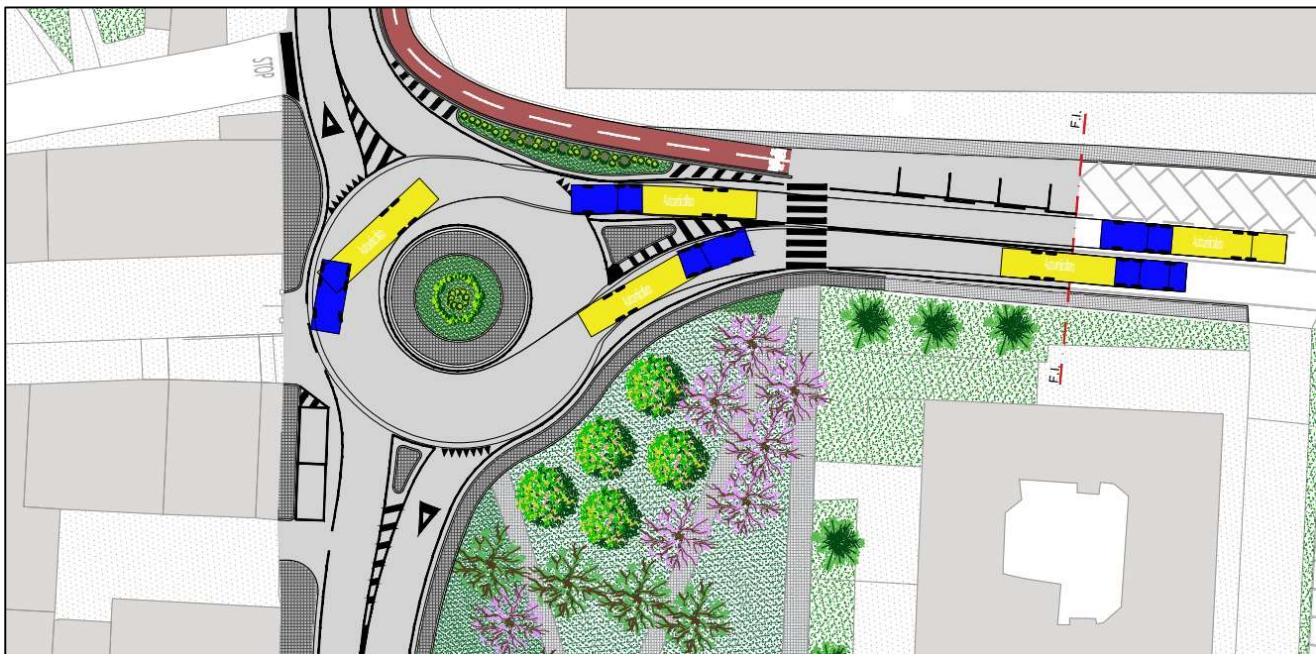


Figura 16 Manovra di inversione autoarticolato 16,50 m



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

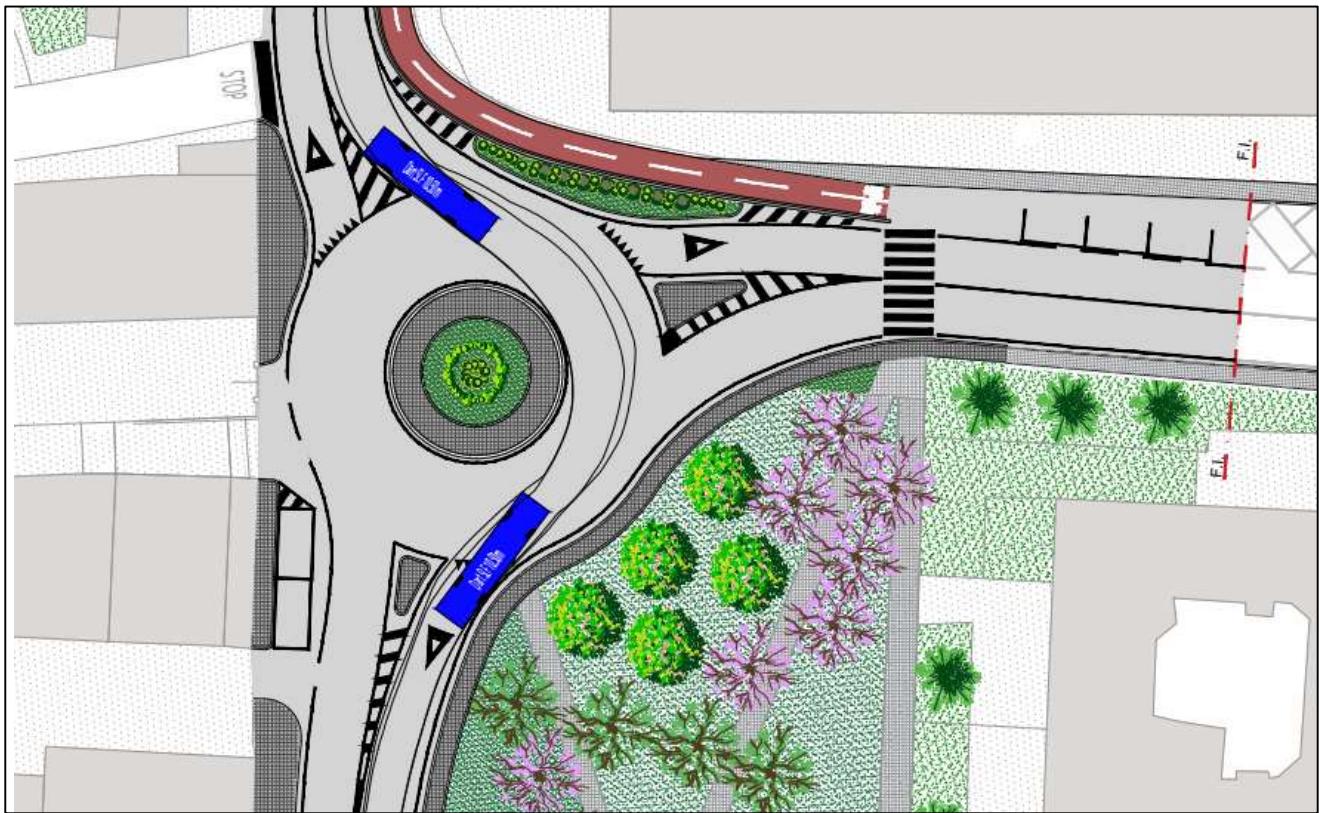


Figura 17 Manovra di attraversamento autobus 10,50 m



Figura 18 Manovra n. 3, autoarticolato

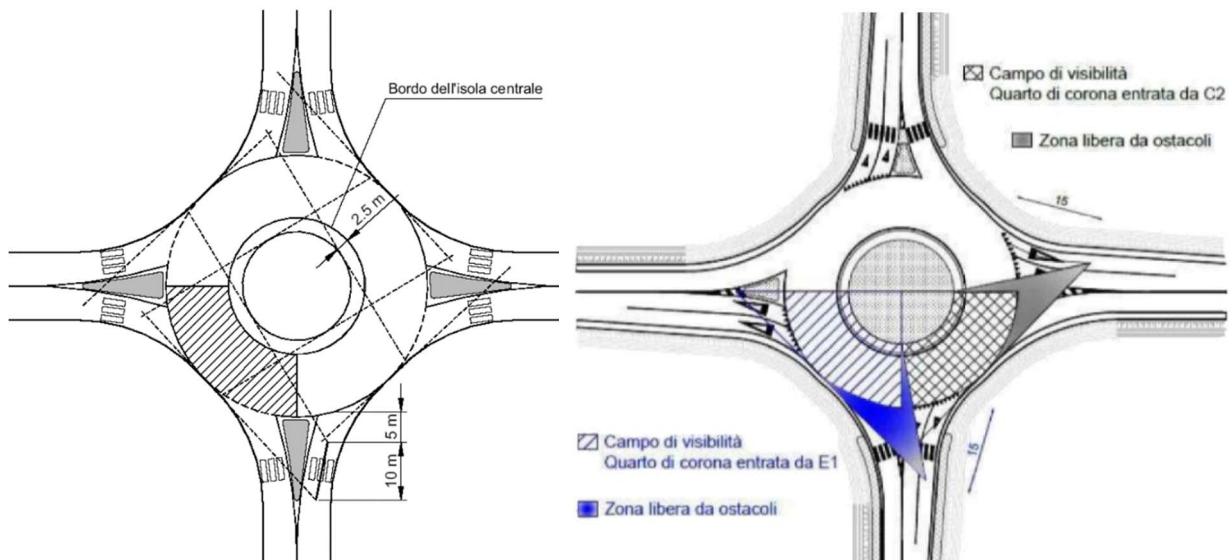


Come si evidenzia nelle figure riportate la soluzione progettuale adottata è tale da garantire l'efficienza di circolazione in qualsiasi direzione si voglia andare, anche nei punti più critici, prendendo in considerazione i mezzi con maggior difficoltà di manovra quali bus ed autoarticolati.

5.3 Verifica delle distanze di visibilità

Come previsto dal paragrafo 4.6 del DM 19 aprile 2006 i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di concedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.

I campi di visibilità si determinano convenzionalmente conducendo le tangenti al limite della corona giratoria e ad un contorno circolare posto a 2,5 m all'interno del limite dell'isola centrale a partire dagli estremi di un segmento lungo 10 m posto in asse alla corsia di entrata e distante dal limite della corona giratoria 5 m.



Nelle immagini riportate si da evidenza alle verifiche di visibilità eseguite ai sensi del DM 19/04/2006

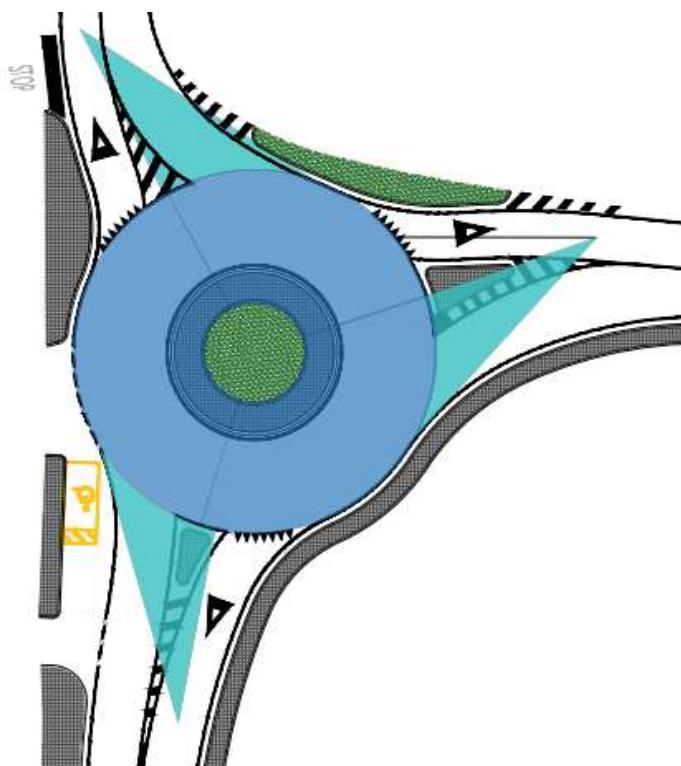
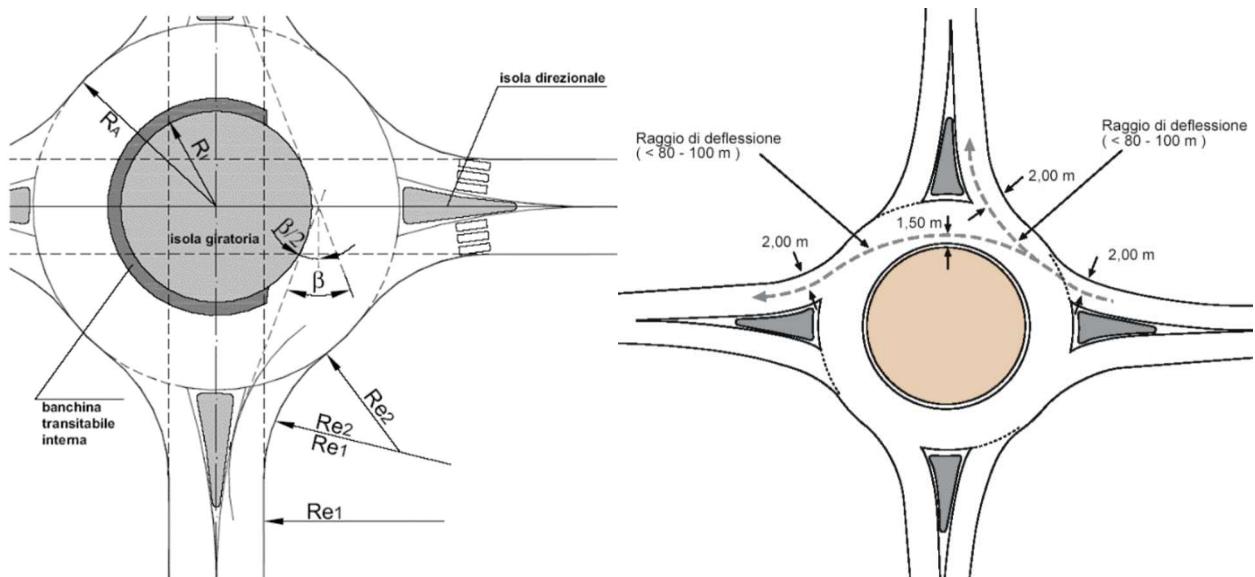


Figura 19 Verifica di visibilità

5.4 Verifica dell'angolo di deviazione

Secondo il D.M. del 19 Aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" al paragrafo 4.5.3 si specifica lo sviluppo della verifica dell'angolo di deviazione β , e della deflessione delle traiettorie.





Nelle immagini sottostanti si evidenzia la verifica dell'angolo di deviazione e della deflessione delle traiettorie dei veicoli.

La particolarità dell'intersezione risiede nella configurazione a tre rami, che ha richiesto un'attenta costruzione dei raggi di deflessione per ciascun approccio. L'obiettivo è stato quello di approssimare con precisione le reali traiettorie dei veicoli e verificarne la coerente deflessione, valutando i valori di raggio in relazione alla geometria complessiva della rotatoria.

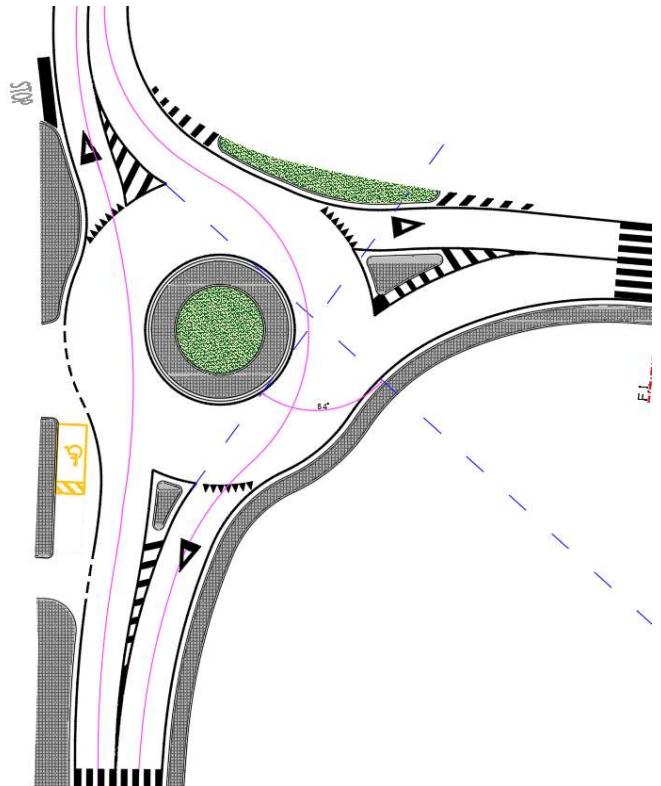


Figura 20 Verifiche dell'angolo di deviazione



5.5 Sezioni tipo e particolari

A seguito di una valutazione sulle attuali condizioni in cui versa la pavimentazione è stato possibile verificare come la pavimentazione esistente sia soggetta a fenomeni di ormaiamento dovuto principalmente alle basse velocità tenute per la svolta a destra da Via della Formica su Via Vincenzo Consani.

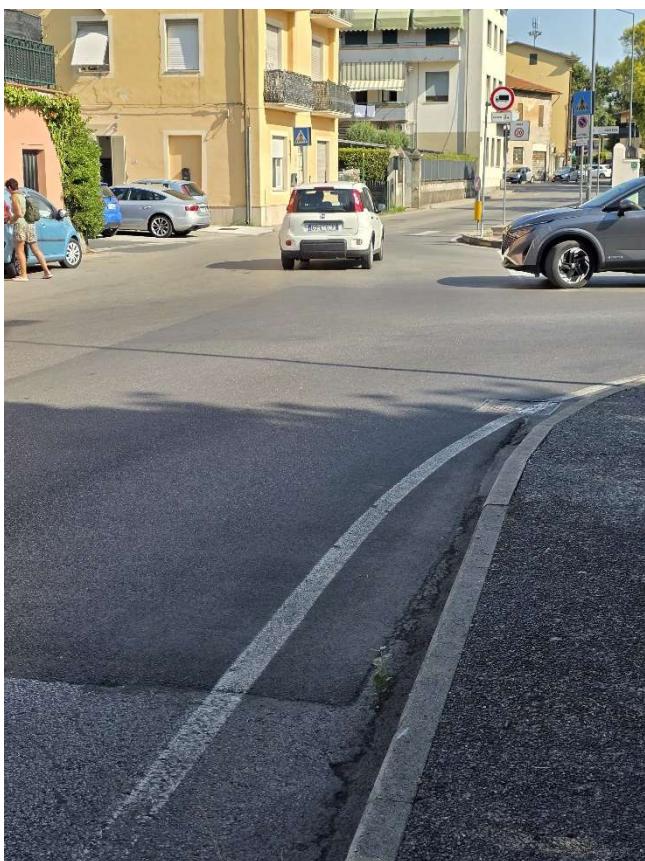


Figura 21 Immagini della pavimentazione allo stato attuale

Pertanto alla luce di quanto evidenziato si è ritenuto sufficiente il ripristino funzionale dei primi 4 cm del manto di usura.

Tali considerazioni vengono esplicitate nell'elaborato *15_PFT_INF_03_Planimetria delle Demolizioni e delle Pavimentazioni*. Per la scelta tipologica delle stratigrafie che compongono la sovrastruttura stradale si rimanda alla consultazione *18_PFT_INF_06_Sezioni Tipo e particolari*. Con riguardo alla possibilità di inserimento di pista ciclabile adiacente l'intervento di progetto come previsto dall'art.14 comma 2 bis del D.Lgs. 285/1992, si evidenzia la presenza di un itinerario ciclabile con il quale il progetto si integra perfettamente e quindi non si pregiudica l'esercizio.

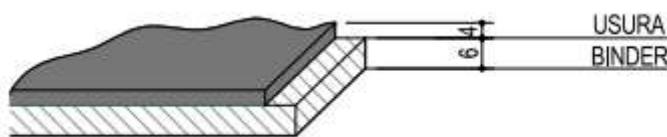


Figura 22 Particolare del Pacchetto 1 di rifacimento pavimentazione stradale

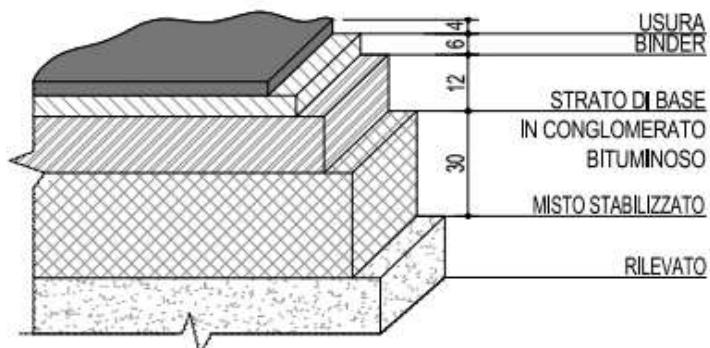


Figura 23 Particolare del Pacchetto 2 della nuova pavimentazione stradale

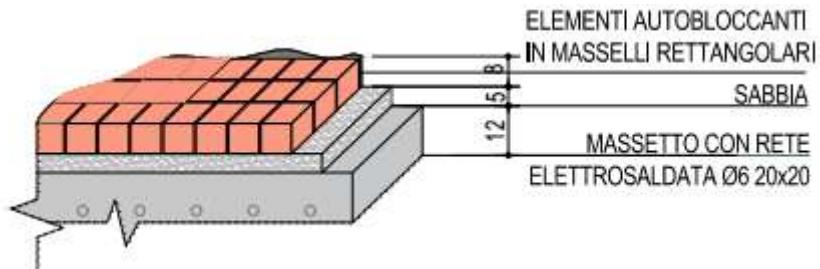


Figura 24 Particolare del Pacchetto 3 di rifacimento del marciapiede e delle isole spartitraffico

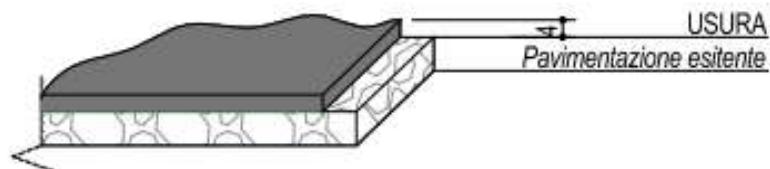


Figura 25 Particolare del Pacchetto 4 di rifacimento strato di usura



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

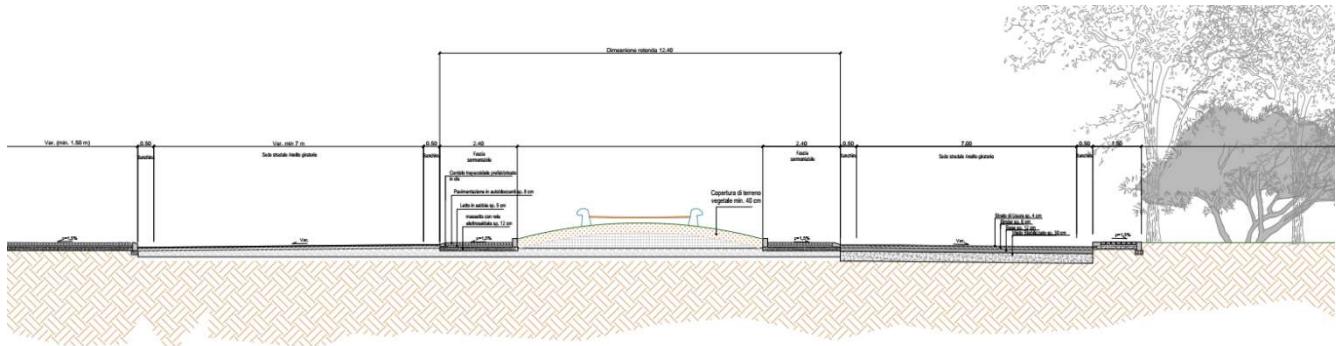


Figura 26 Sezione trasversale rotatoria

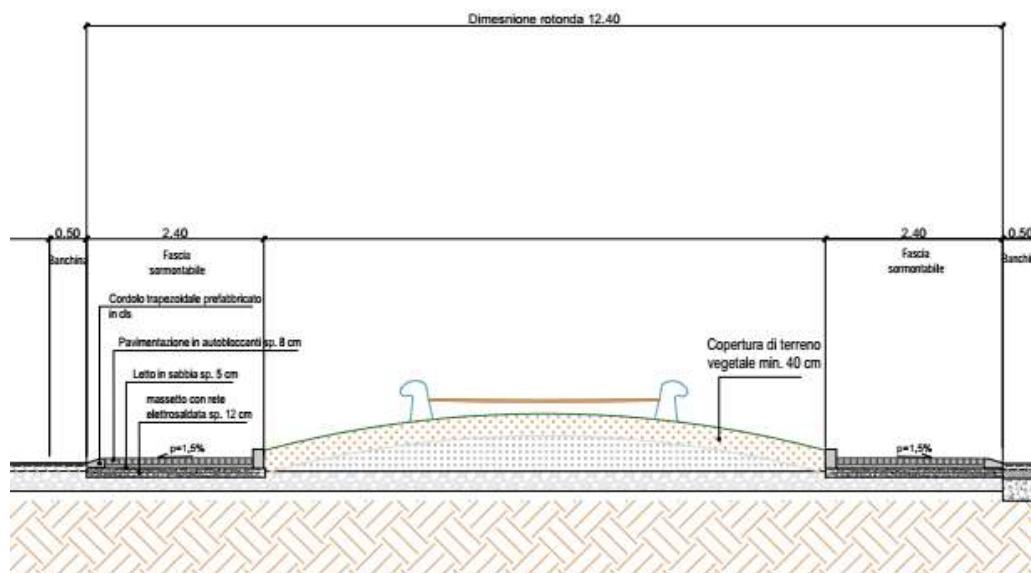


Figura 27 Particolare isola centrale e triangolare

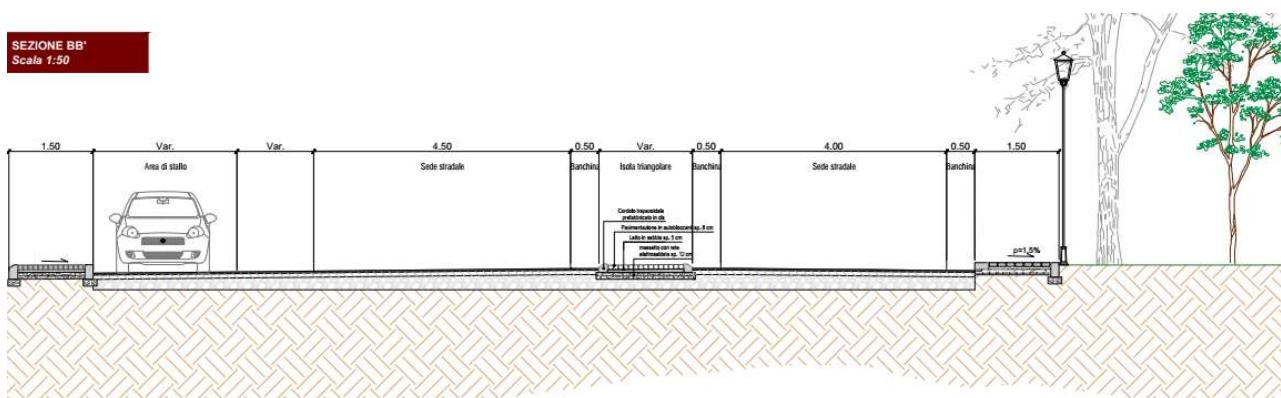


Figura 28 Particolare ramo di ingresso in rotatoria



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

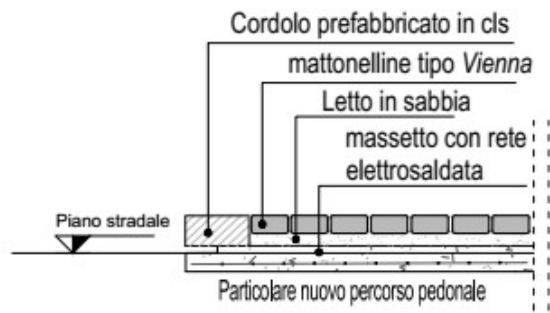


Figura 29 Particolare marciapiede



Figura 30 Render soluzione n. 1 - Soluzione sviluppata



6. STUDIO DI TRAFFICO

Tale studio ha come obiettivo principale quello di analizzare l'impatto del traffico derivante dalla realizzazione di una rotatoria tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani, nel comune di Lucca.

La nuova infrastruttura è prevista con l'obiettivo di ridurre la congestione veicolare, migliorare la sicurezza delle manovre e garantire sicurezza per quanto riguarda i flussi pedonali.

L'area oggetto di intervento è caratterizzata da strade di quartiere; infatti, sia Via della Formica che Via Vincenzo Consani sono classificate come strade locali o di quartiere, con funzione di collegamento tra arterie di maggiore rilevanza funzionale quali Viale Europa e Viale San Concordio. Tali viabilità sono caratterizzate principalmente da traffico residenziale o locale, con flussi veicolari non elevati.



Figura 31 Accumulo veicoli lungo Via Consani

Tuttavia, si rilevano fenomeni di congestione nelle ore di punta, soprattutto su Via Vincenzo Consani, attribuibili alla presenza di un segnale di "STOP" che limita la capacità di deflusso su tale direttrice.

La realizzazione della rotatoria, rispetto all'intersezione tradizionale regolata da segnaletica di arresto, consentirà un incremento della capacità di assorbimento del traffico, con particolare beneficio nella riduzione delle code su Via Vincenzo Consani e una maggiore fluidità nelle manovre di svolta.

Una criticità specifica riguarda la manovra di svolta da Sud verso Est effettuata dai mezzi pesanti: la curvatura ristretta dell'innesto comporta l'inversione temporanea della corsia opposta, generando potenziali rischi per la sicurezza stradale. Infine, la rotatoria contribuisce a evitare la formazione di code, in termini livelli di servizio, e in termini ambientali quali la riduzione delle emissioni inquinanti e del consumo di carburante, oltre a favorire la riqualificazione urbana dell'area interessata. Da via Guidiccioni l'entità dei flussi di traffico non sono tali da provocare fenomeni di accumulo di veicoli in approccio alla nuova intersezione



Figura 32 - Manovra di svolta mezzo pesante



7. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Di seguito si riportano gli estratti cartografici di quadro progettuale (QPI.63) del Piano Operativo comunale adottato con delibera CC n. 103 del 26/10/2021 e della tavola 16 del Regolamento Urbanistico vigente entrambe con la sovrapposizione del progetto in oggetto.

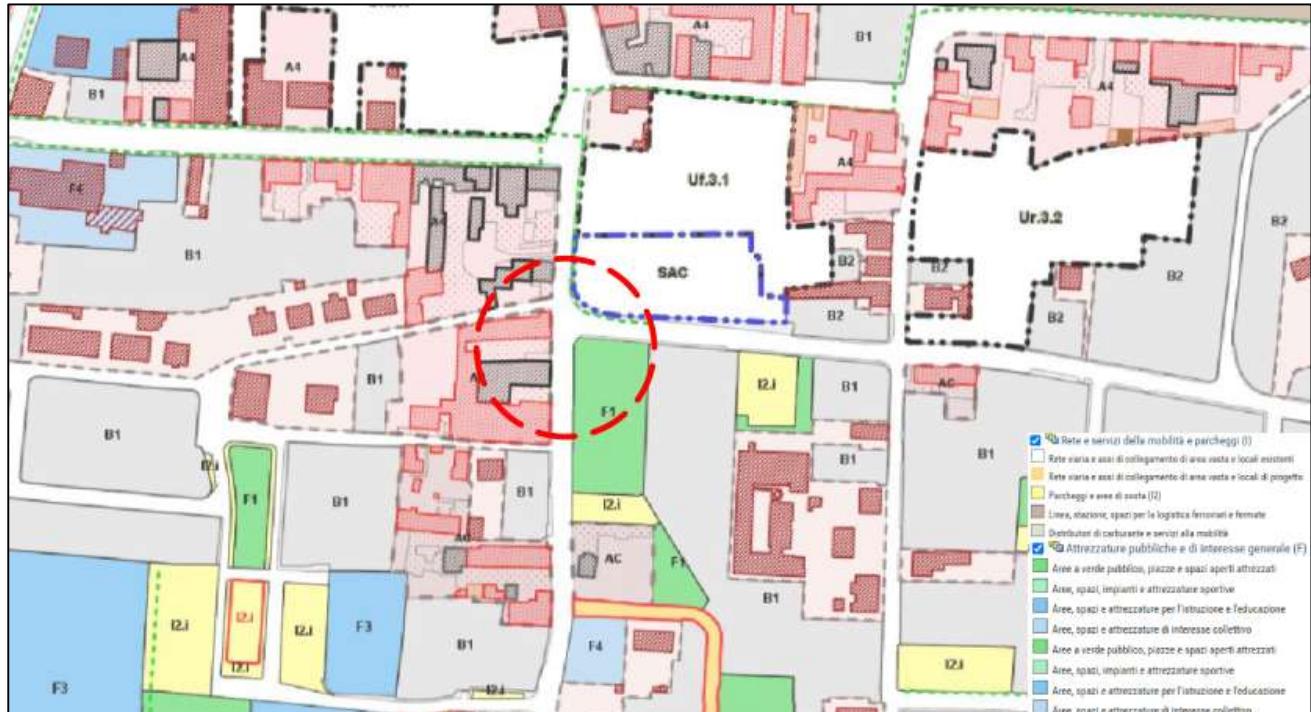


Figura 33 Estratto del Piano Operativo con sovrapposizione della soluzione selezionata

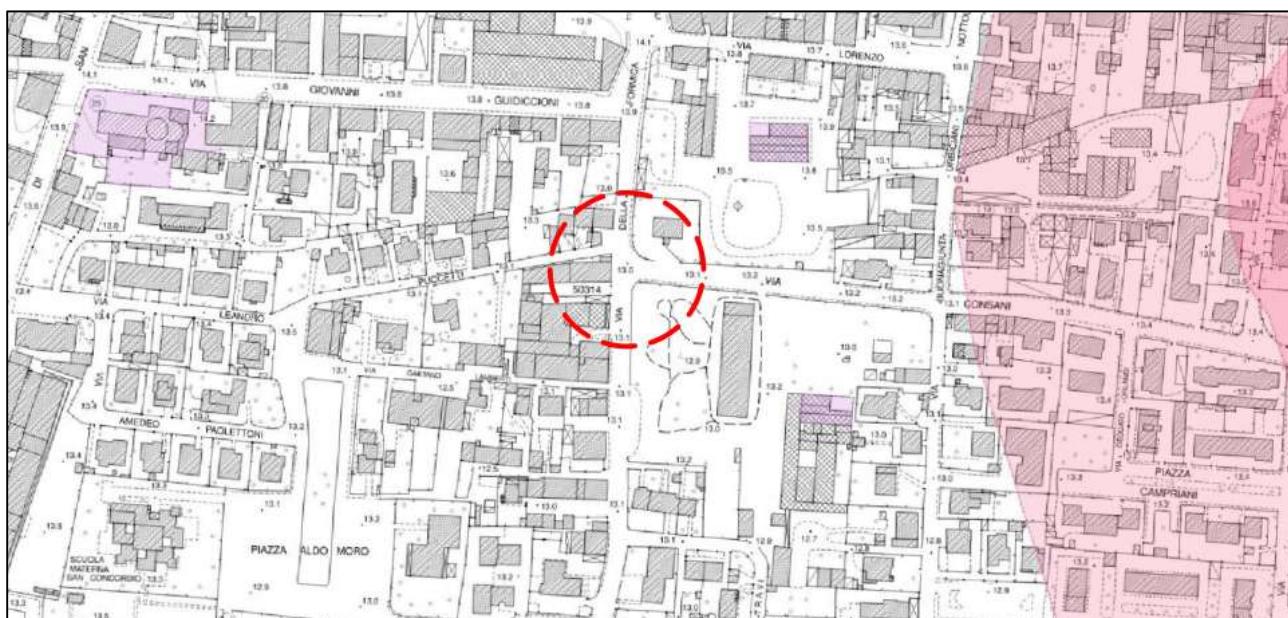


Figura 34 Estratto dalla carta dei vincoli paesaggistici e culturali



"L'opera in progetto, come evidenziato nell'immagine soprastante, comporta una modifica al Piano Operativo. Per tale motivo, il Piano è sottoposto a verifica di assoggettabilità a VAS e comporta una variante urbanistica finalizzata all'aggiornamento degli strumenti urbanistici vigenti. In merito ai vincoli paesaggistici, si precisa che l'area non è soggetta ad alcuna tutela.

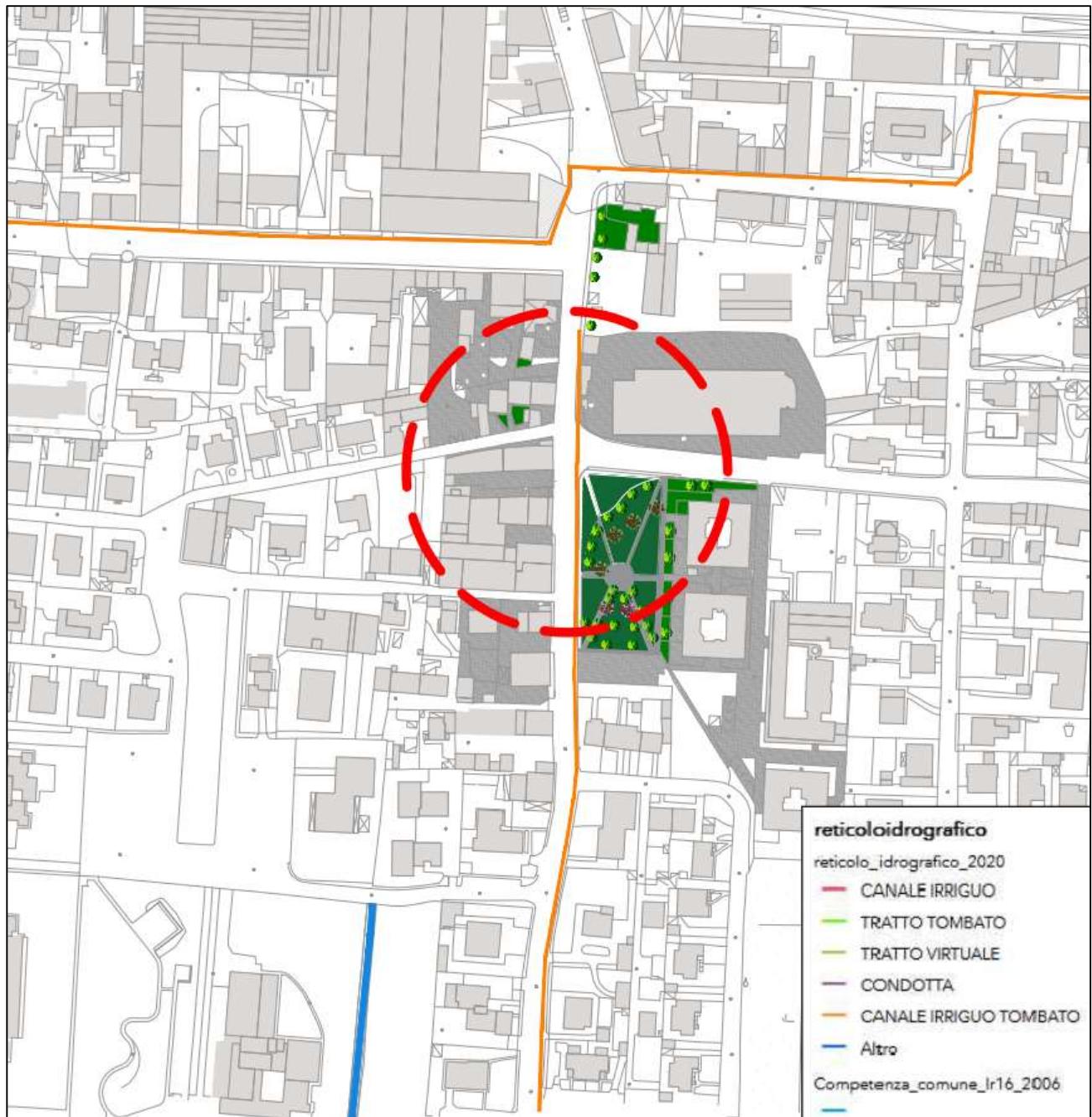


Figura 35 Estratto del Reticolo Idrografico



8. SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

8.1 Generalità

Il corretto smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma sarà garantito mediante la realizzazione di un nuovo sistema di collettamento, progettato per integrarsi con la rete esistente. Tale sistema è dimensionato per gestire i volumi di deflusso previsti in fase di progetto, in coerenza con le nuove caratteristiche dell'area oggetto di intervento. Si precisa che l'area risulta già fortemente antropizzata e presenta un sistema di smaltimento delle acque meteoriche già funzionante, che sarà potenziato e adeguato alle nuove esigenze. Ai fini del rispetto del principio di invarianza idraulica, oltre alla previsione di un'aiuola centrale a verde con funzione di compensazione idraulica, è stata inserita un'ulteriore aiuola laterale, anch'essa a verde. In rafforzamento del sistema vengono previste un maggior numero di griglie rispetto all'esistente e tubazioni di dimensioni maggiori ai fini del contenimento dei volumi di invaso.

Il sistema di smaltimento delle acque si compone dei seguenti elementi:

- Tubazioni in PVC di diametro $\phi 250$, allo scopo di defluire le acque verso i fossi di guardia;

Sfruttando la pendenza naturale del terreno in cui si sviluppa questo tratto di strada, si prevede di scaricare tutte le acque a gravità, senza dover ricorrere a sistemi di pompaggio dispendiosi, dalla complessa manutenzione e dalla non completa affidabilità.

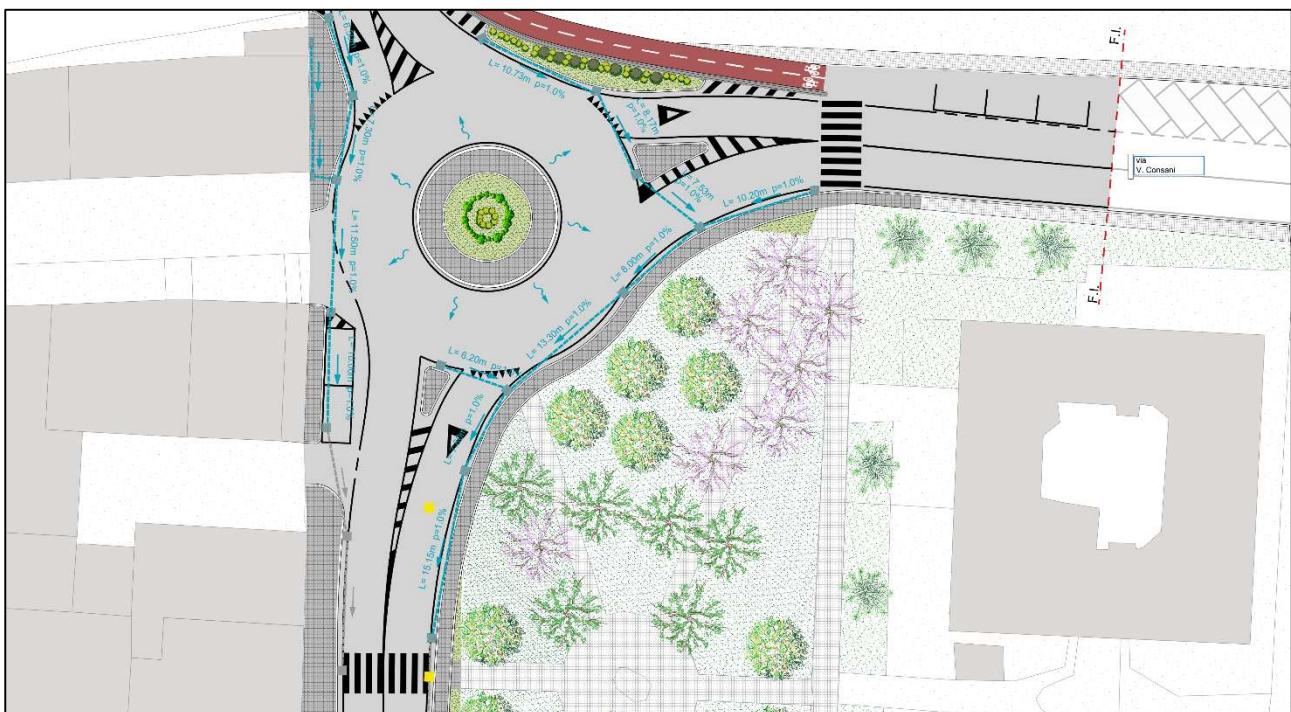


Figura 36 Localizzazione opere idrauliche a servizio della nuova intersezione



8.2 Studio idrologico per la definizione delle portate pluviali

Per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio della nuova struttura in progetto si prendono in esame le piogge di forte intensità e breve durata ed un tempo di ritorno di 20 anni. L'entità della precipitazione, cioè l'altezza d'acqua precipitata durante l'intero evento si ricava da equazioni del tipo:

$$h = a * t^n * T_r^n$$

8.2.1 Curve di possibilità pluviometriche 1-24 ore

Per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica attraverso i parametri a e n , si è fatto riferimento ai dati estrapolati dal sito del SIR della Regione Toscana. Le curve dedotte si riferiscono a eventi meteorici di durata 1-24 ore per diversi tempi di ritorno.

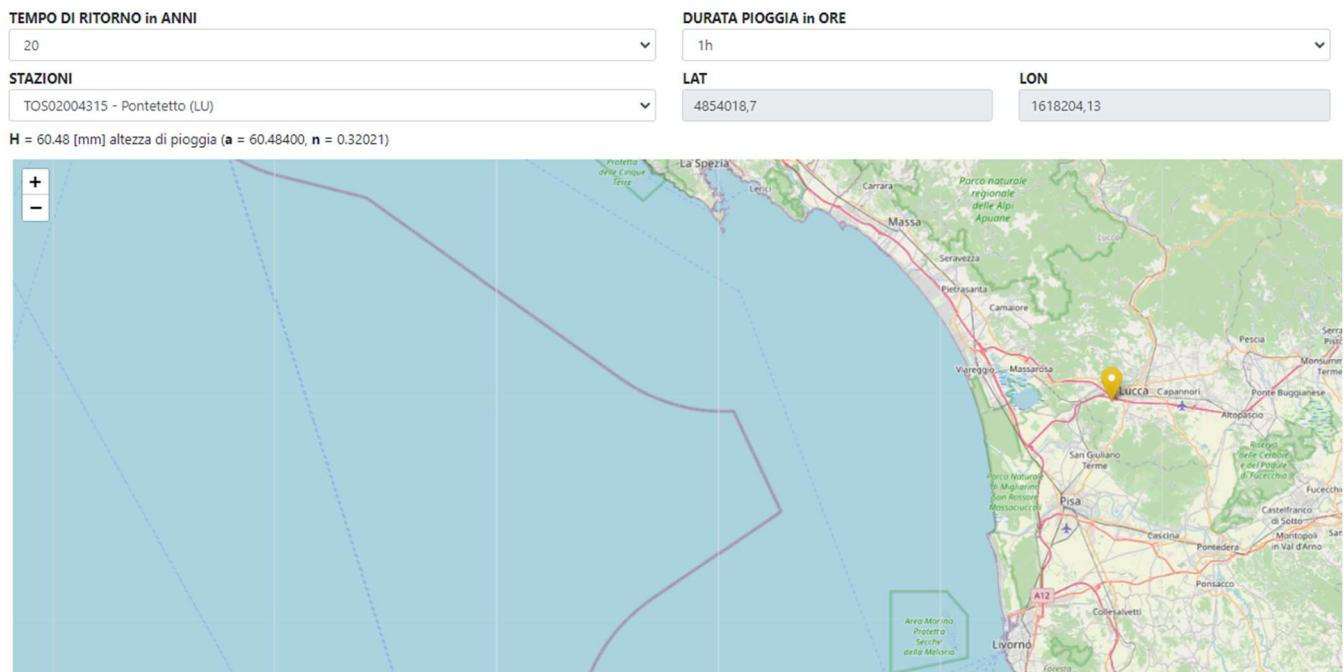


Figura 37 Inquadramento dell'area di intervento – Fonte SIR Regione Toscana



8.2.2 Altezza di pioggia di progetto

Per quanto riguarda il dimensionamento idraulico del sistema di smaltimento delle acque meteoriche della nuova intersezione a rotatoria, gli eventi idrologici maggiormente critici risultano quelli caratterizzati da precipitazioni intense e di breve durata (inferiore all'ora).

Per il presente progetto si è fatto quindi riferimento ad una metodologia di stima derivante da osservazioni sperimentali. In letteratura sono infatti disponibili numerosi studi ed esperienze che mostrano come le altezze d'acqua massime associate ad eventi di breve durata siano correlate a quelle determinate per tempi di pioggia di un'ora secondo uno schema tipico.

Più in dettaglio, definendo il rapporto tra l'altezza di pioggia per durata t e quella per durata di 1 ora, è stato notato (Bell, 1969; Goswami, 1973) come esso risulti poco dipendente dalla località considerata, fintanto che si considerino durate brevi ($t < 2$ ore).

Bell, in relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione:

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 * \tau^{0.25} - 0.50)$$

Applicabile per durate $5 \leq \tau \leq 120$

dove:

$h_{\tau,Tr}$ indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo τ riferita al periodo di ritorno Tr

$h_{60,Tr}$ è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno Tr

τ è il tempo di pioggia in minuti

Applicando la relazione di Bell, si è pertanto ricavata l'altezza di pioggia per eventi meteorici di 15 minuti e per un tempo di ritorno pari a 20 anni:

$$h_{15,20} = (0.54 * 15^{0.25} - 0.50) * 60.48 = 34.03 \text{ mm} \quad h_{15,20} = \\ (0.54 * 15^{0.25} - 0.50) * 55.1 = 31 \text{ mm} \quad \text{per } Tr=20 \text{ anni}$$



8.2.3 Coefficienti di afflusso

La scelta si basa sull'identificazione della diversa natura delle superfici sulle quali scorre l'acqua prima di giungere ai ricettori finali. Il deflusso dell'acqua avviene in parte sulla piattaforma ed in parte sulla scarpata, fino al raggiungimento degli elementi recettori. Per tale motivo si è fatto uso di un coefficiente di afflusso medio che tenga conto della differente permeabilità delle superfici:

Tipo di superficie	Coeff. di afflusso ψ
Tetti, terrazzi	0.85 - 0.95
Superfici asfaltate	0.85 - 0.90
Lastricati ben connessi	0.70 - 0.90
Lastricati ordinari	0.50 - 0.70
Pavimentazioni in pietra, laterizi e legno con connessioni a cemento	0.75 - 0.85
Pavimentazioni in pietra, laterizi e legno con connessioni aperte	0.50 - 0.70
Pavimentazioni in ciottoli	0.30 - 0.60
Superfici in terra battuta, strade con ghiaietto	0.15 - 0.30
Superfici non pavimentate e non battute	0.10 - 0.20
Terreni coltivati da molto a poco permeabili ²	0.20 - 0.50
Terreni a pascolo da molto a poco permeabili ²	0.15 - 0.45
Terreni boscati da molto a poco permeabili ²	0.10 - 0.40
Parchi, giardini, prati	0.05 - 0.10

Figura 38 Coefficienti di afflusso

Nello specifico sono stati considerati:

- $\Psi=0.9$ per la pavimentazione stradale
- $\Psi=0.18$ per le aree a verde

8.2.4 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione, valutato in un determinato punto di una rete di smaltimento acque (naturale o artificiale), è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura. Sulla base delle formule di diversi autori presenti in letteratura si considera un tempo di corrivazione pari a:

$$T_c = 15 \text{ minuti}$$

8.3 Dimensionamento del sistema di smaltimento

Di seguito si riportano le valutazioni fatte ai fini del dimensionamento delle tubazioni in PVC $\phi 250$.



8.3.1 Dimensionamento delle tubazioni in PVC

Con lo scopo di recapitare le acque di piattaforma nei fossi di guardia si è pensato di inserire delle griglie, all'interno delle quali predisporre tubazioni in PVC. Sono state previste 20 griglie, di cui 4 in corrispondenza delle isole divisionali di ciascun ramo, onde evitare l'effetto diga dovuto all'accumulo dell'acqua, 4 ai margini dell'anello centrale dell'intersezione a rotatoria, 2 sui rami SUD, EST ed OVEST rotatoria per evitare accumuli in prossimità della rotatoria e altre 6 griglie sul ramo NORD.

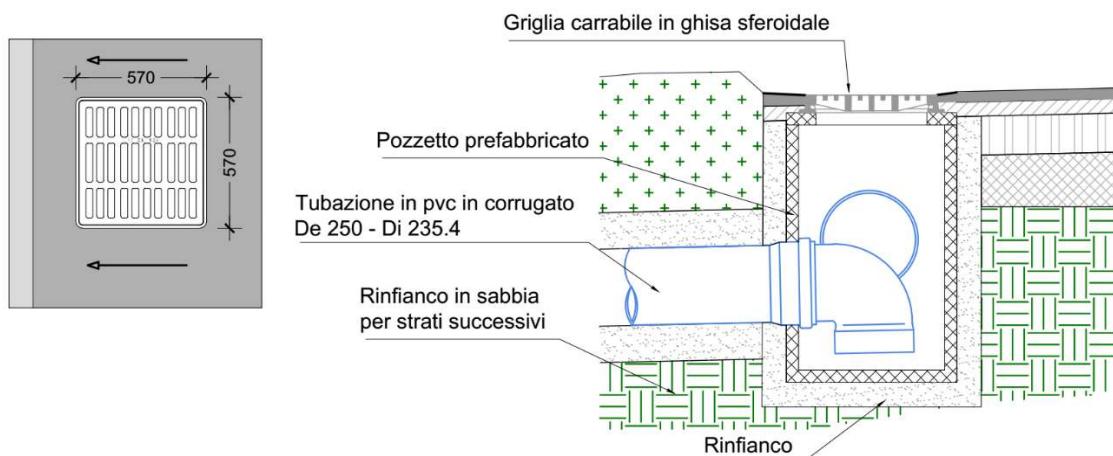


Figura 39 Particolare costruttivo griglie e tubazioni PVC

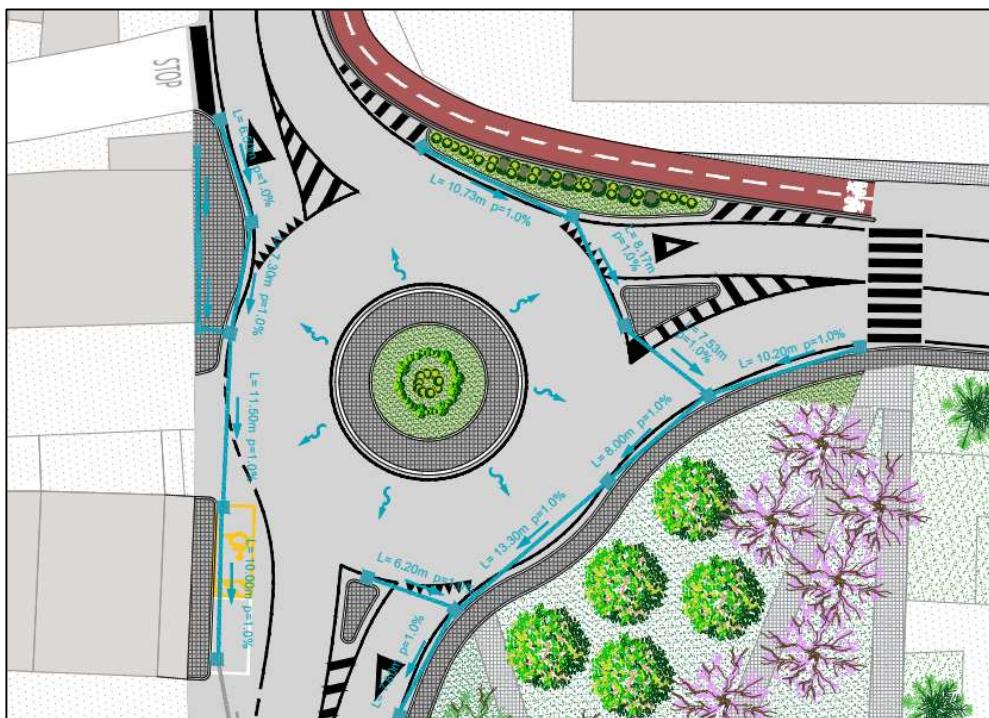


Figura 40 Posizionamento delle griglie e delle tubazioni in PVC sull'intersezione

Il dimensionamento è stato svolto in corrispondenza del tubo più caricato.



8.3.1.1 Calcolo della portata affluente lato EST

La portata massima affluente espressa in m^3/s per ogni elemento che costituisce il sistema di smaltimento viene ricavata dalla relazione:

$$Q_{max} = \bar{\Psi} \cdot h \cdot A = \frac{\bar{\Psi} \cdot h \cdot A}{T_c} = 0.002778 \cdot \frac{\bar{\Psi} \cdot h \cdot A}{T_c} = \frac{0.002778 \cdot 0.86 \cdot 34.03 \cdot (0.103441 + 0.00613)}{0.25} = 0.036 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dove:

$\bar{\Psi}$ è il coefficiente di afflusso medio

h è il valore dell'altezza di pioggia espresso in mm

A area scolante in ha

T_c Tempo di corrievazione in ore

Come in precedenza, il coefficiente di afflusso $\bar{\Psi}$ è un valore medio, che tiene conto della differente permeabilità delle superfici:

$$\bar{\Psi} = \frac{\sum \Psi_i * A_i}{A_{tot}} = 0,86$$

Le superfici di competenza del tombino sono quelle riportate nella figura sottostante, differenziate nuovamente in pavimentate e in terra:

$$A_{pavimentata} = 1034,41 \text{ mq}$$

$$A_{a\ verde} = 61,32 \text{ mq}$$

$$A_{tot} = 1095,73 \text{ mq}$$



Figura 41 Superfici a servizio della tubazione in PVC situata a Est



8.3.1.2 Dimensionamento delle tubazioni lato EST

Si considera di adottare per le tubazioni in PVC di tipo SN8 di diametro esterno $\phi 250$ mm ed interno $\phi 235,4$ mm.

k	Coefficiente di Gauckler Strickler per tubazioni nuovi in PVC	120	$m^{1/3}/s$
Di	Diametro interno	0,235	m
i_f	Pendenza media del fondo	0,020	m/m

$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.043 \text{ mq}$	Area massima per sezione piena 100%
$P = \pi \cdot D = 0.738 \text{ m}$	Contorno bagnato per sezione piena 100%
$R = \frac{A}{P} = 0.059 \text{ m}$	Raggio idraulico

$$Q_p = K \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} = 0.111 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Portata che defluisce a sezione piena}$$

Si è quindi verificato il grado di riempimento alla portata di picco.

Per $Q = Q_{tot} = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}$ si ricava il rapporto:

$$\frac{Q}{Q_p} = 0.32$$

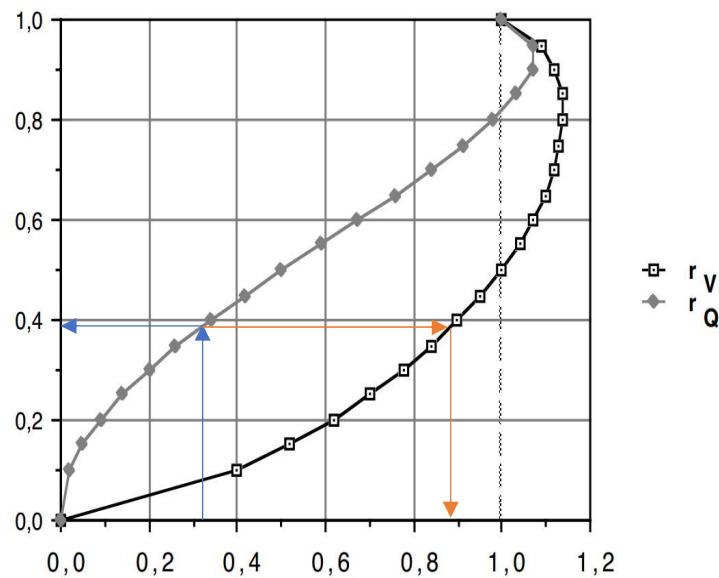


Figura 42 Grafico del grado di riempimento valido per sezioni circolari



Si ottiene dal grafico un grado di riempimento pari a:

$$r_Q = \frac{h}{H} = 0.39$$

quindi inferiore al 70% e pertanto accettabile.

Dal grafico si ricava il rapporto:

$$r_V = \frac{V}{V_p} = 0.88 \text{ m/s}$$

La velocità a sezione piena si ottiene come:

$$V_p = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot D^2} = 2.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Da cui $V = r_V \cdot V_p = 2.25 \text{ m/s}$.

Essendo la velocità di deflusso inferiore a 5.0 m/s, risulta accettabile.

Pertanto, adottando una tubazione in PVC di diametro 250mm, le verifiche in termini di portata massima avente un tempo di ritorno pari a 20 anni, massimo grado di riempimento e velocità risultano soddisfatte.

Pertanto, adottando una tubazione in PVC di diametro 250mm, le verifiche in termini di portata massima avente un tempo di ritorno pari a 20 anni, massimo grado di riempimento e velocità risultano soddisfatte.

8.3.1.3 Calcolo della portata affluente lato OVEST

La portata massima affluente espressa in m^3/s per ogni elemento che costituisce il sistema di smaltimento viene ricavata dalla relazione:

$$Q_{max} = \bar{\Psi} \cdot h \cdot A = \frac{\bar{\Psi} \cdot h \cdot A}{T_c} = 0.002778 \cdot \frac{\bar{\Psi} \cdot h \cdot A}{T_c} = \frac{0.002778 \cdot 0.88 \cdot 34.03 \cdot (0.07094 + 0.00156)}{0.25} = 0.024 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dove:

$\bar{\Psi}$ è il coefficiente di afflusso medio

h è il valore dell'altezza di pioggia espresso in mm

A area scolante in ha

T_c Tempo di corrievazione in ore

Come in precedenza, il coefficiente di afflusso $\bar{\Psi}$ è un valore medio, che tiene conto della differente permeabilità delle superfici:



$$\bar{\Psi} = \frac{\sum \Psi_i * A_i}{A_{tot}} = 0,88$$

Le superfici di competenza del tombino sono quelle riportate nella figura sottostante, differenziate nuovamente in pavimentate e in terra:

$$A_{pavimentata} = 709,36 \text{ mq}$$

$$A_{a\ verde} = 15,58 \text{ mq}$$

$$A_{tot} = 724,94 \text{ mq}$$

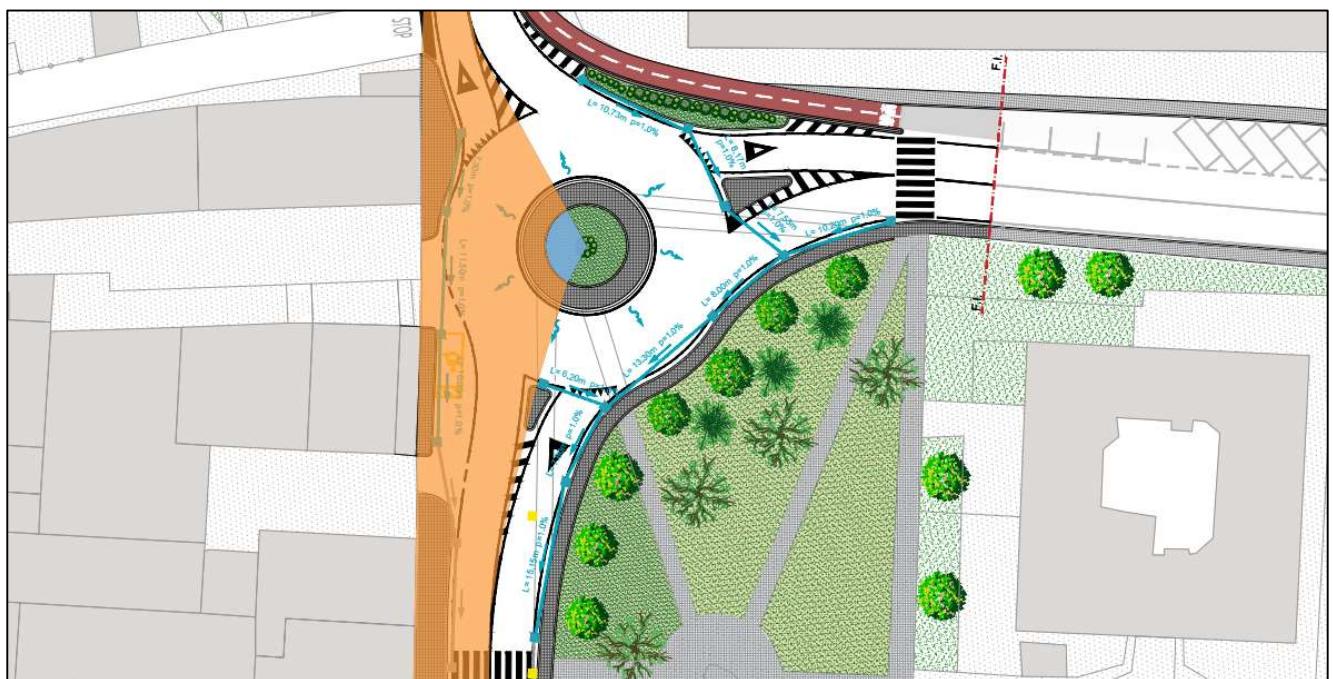


Figura 43 Superfici a servizio della tubazione in PVC situata a Ovest

8.3.1.4 Dimensionamento delle tubazioni lato Ovest

Si considera di adottare per le tubazioni in PVC di tipo SN8 di diametro esterno $\phi 250$ mm ed interno $\phi 235$ mm.

k	Coefficiente di Gauckler Strickler per tubazioni nuovi in PVC	120	$m^{1/3}/s$
Di	Diametro interno	0,235	m
i_f	Pendenza media del fondo	0,009	m/m



$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.043 \text{ mq}$	Area massima per sezione piena 100%
$P = \pi \cdot D = 0.738 \text{ m}$	Contorno bagnato per sezione piena 100%
$R = \frac{A}{P} = 0.059 \text{ m}$	Raggio idraulico

$$Q_p = K \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} = 0.111 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{Portata che defluisce a sezione piena}$$

Si è quindi verificato il grado di riempimento alla portata di picco.

Per $Q = Q_{tot} = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}$ si ricava il rapporto:

$$\frac{Q}{Q_p} = 0.22$$

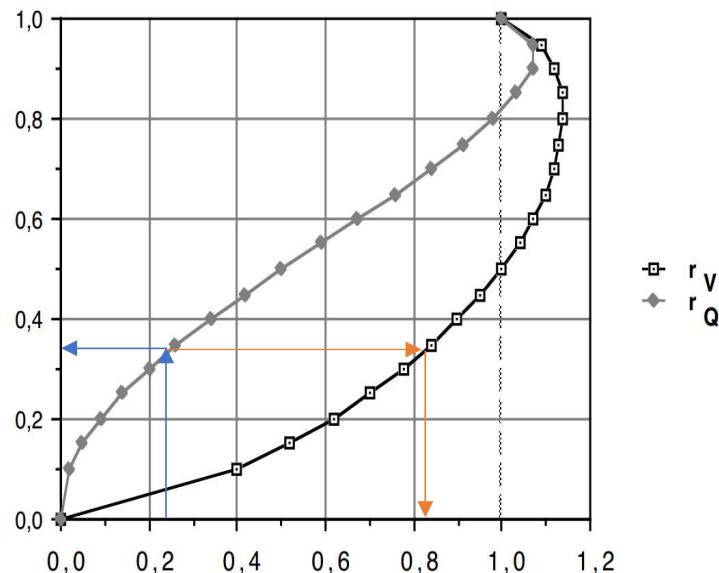


Figura 44- Grafico del grado di riempimento valido per sezioni circolari

Si ottiene dal grafico un grado di riempimento pari a:

$$r_Q = \frac{h}{H} = 0.37$$

quindi inferiore al 70% e pertanto accettabile.

Dal grafico si ricava il rapporto:

$$r_V = \frac{V}{V_p} = 0.82 \text{ m/s}$$

La velocità a sezione piena si ottiene come:



$$V_p = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot D^2} = 2.56 \frac{m}{s}$$

Da cui $V = r_V \cdot V_p = 2.10 \text{ m/s}$.

Essendo la velocità di deflusso inferiore a 5.0 m/s, risulta accettabile.

Pertanto, adottando una tubazione in PVC di diametro 250mm, le verifiche in termini di portata massima avente un tempo di ritorno pari a 20 anni, massimo grado di riempimento e velocità risultano soddisfatte.

8.4 Reticolo idrografico

Il progetto in questione riguarda un'area situata in prossimità del canale "LA FORMICA" come si può chiaramente notare dallo stralcio di reticolo idrografico sottostante:



Figura 45 Stralcio del reticolo idrografico

fid	id	length	idretir79	nome	alias	complr79	retidrlr79	retgeslr79
infrastruttura_idrica.6734	6734	741.64459	TN39091	CANALE DELLA FORMICA			Toscana Nord	NO (ALTRO RETICOLO) NO



8.5 Considerazioni finali

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti dalle varie elaborazioni di calcolo.

Si vuole comunque sottolineare che tali risultati sono strettamente legati alle ipotesi di base e alle assunzioni fatte allo scopo di rappresentare al meglio la situazione di progetto.

Avendo dunque preso come riferimento le regressioni statistiche dal sito SIR della Regione Toscana e per la definizione delle curve di possibilità pluviometriche e avendo scelto come periodo di ricorrenza dell'evento più calamitoso un tempo di ritorno di 20 anni si è pervenuti ai seguenti risultati:

Tipologia di elemento	Dimensioni	Materiale
Tubazione lato EST	φ250	PVC di tipo SN8
Tubazione lato ovest	φ250	PVC di tipo SN8

9. IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

I lavori oggetto del presente intervento sono relativi alla realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione pubblica, a servizio dell'adeguamento a circolazione rotatoria dell'intersezione Via della formica e Via Vincenzo Consani.

Sono comprese nell'intervento le seguenti forniture e servizi:

- realizzazione di cavidotti interrati, comprese tutte le opere civili necessarie, a servizio dell'impianto di illuminazione;
- fornitura e posa in opera di linee di alimentazione in cavo unipolare/multipolare, posate in cavidotto interrato;
- fornitura e posa in opera delle cassette di sezionamento per l'alimentazione dei pali di illuminazione;
- fornitura e posa in opera di pali e corpi illuminanti per l'illuminazione stradale.
- fornitura e posa in opera di corpi illuminanti per gli attraversamenti pedonali
- fornitura e posa in opera di cartelli di attraversamento pedonali retroilluminati dotati di box con lampeggianti
- fornitura e posa in opera di nuovo quadro elettrico per alimentazione impianti.



L'illuminazione della rotatoria sarà realizzata mediante un sistema perimetrale composto da pali illuminanti dell'altezza di circa 9 metri, posizionati lungo il perimetro della stessa. A completamento dell'intervento, è prevista l'installazione di ulteriori punti luce su pali di altezza pari a circa 3 metri, disposti lungo il nuovo marciapiede che costeggia il parco adiacente. Questa configurazione assicurerà una distribuzione uniforme dell'illuminazione, migliorando la visibilità e garantendo condizioni di sicurezza per veicoli e pedoni.

Per gli attraversamenti pedonali lo scopo è quello di illuminare e segnalare opportunamente gli attraversamenti pedonali, nelle ore notturne e di scarsa visibilità. Il sistema previsto permetterà di illuminare il piano orizzontale per evidenziare l'attraversamento, con un valore minimo pari a 50 lx medi, ed un piano verticale illuminando perfettamente il corpo dei pedoni, rendendoli visibili già dall'area di attesa, fondamentale per la prevenzione degli incidenti sugli attraversamenti.

Per l'intervento in oggetto, si prevede la fornitura e posa di un nuovo quadro elettrico, il quale andrà a sostituire quello attualmente esistente. Il nuovo quadro verrà installato nella zona sud-est del Parco della Pace, in prossimità della posizione dell'apparecchio da sostituire. Si riporta di seguito la posizione dettagliata dei quadri elettrici presenti nell'area per una più chiara identificazione.

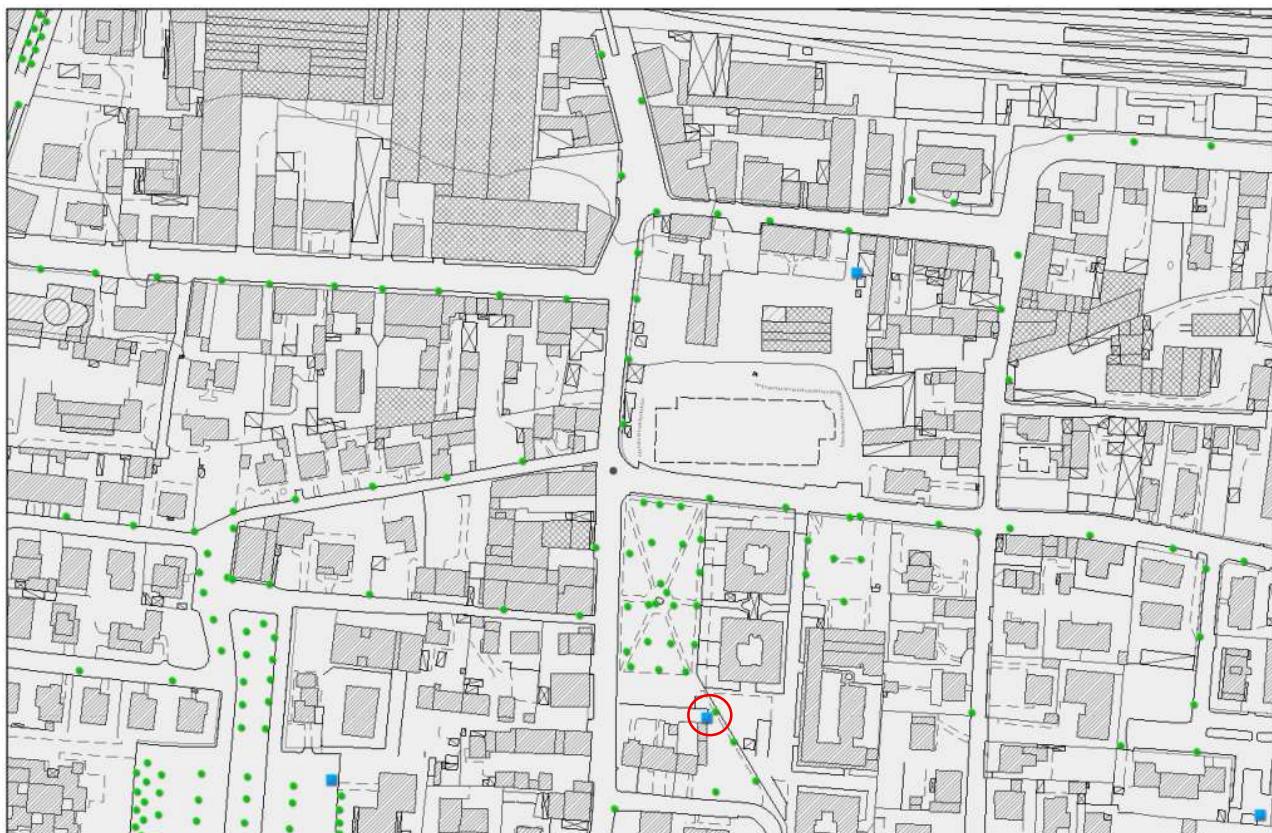


Figura 46 Posizionamento quadri elettrici e linee di competenza



10. INTERFERENZE

Per quanto riguarda il censimento delle interferenze con i pubblici sottoservizi non si prevedono lavorazioni con scavi profondi oltre 60 cm tuttavia si è proceduto comunque ad un passaggio con i vari enti per definire, in maniera coerente, un possibile censimento dei sottoservizi.

Da tale indagine sono emersi i seguenti sottoservizi:

Per quanto riguarda la distribuzione di energia elettrica sono presenti nell'area alcuni sottoservizi di cui tener conto ai fini della sicurezza e tutela della salute dei lavoratori durante le fasi di cantiere.

Nel caso specifico ENEL pone l'attenzione sulla presenza di linee elettriche in cavo sotterraneo, in particolare sono presenti:

- cavi elettrici a media tensione 15000 volt posati di norma ad una profondità di 100cm dal piano stradale
- cavi elettrici a bassa tensione 230/400 volt posati di norma ad una profondità di 50cm dal piano stradale
- Possono essere inoltre presenti altre condutture elettriche di minor rilievo, a bassa tensione, sotterranee e/o aeree

Con riguardo alle reti idriche e fognarie GEAL sottolinea la presenza di condotte acque e condotte fognarie che attraversano l'area oggetto di intervento:

- Rete acquedotto con tubazione DN 150 in Ghisa sferoidale, tubazione DN 80 in Ghisa grigia e relative saracinesche di manovra;
- Rete fognatura con tubazione DN 150 in Gres, tubazione DN 90 in polietilene, relativi pozzetti di ispezione ed allacci alle utenze.

Ponendo l'attenzione sulle condutture di gas GESAM dichiara che nell'area interessata dalle lavorazioni previste insistono tubazioni dedicate alla distribuzione di gas naturale a :

- Bassa pressione (7° specie – $MOP \leq 0.004 \text{ Mpa}$) nonché derivazioni di utenza (Allacciamenti) per la somministrazione del gas agli utenti finali;
- Media pressione (4° specie – $1,5 \text{ bar} < MOP \leq 5 \text{ bar}$);

Nello sviluppo progettuale si è tenuto conto dei seguenti requisiti stabiliti da GESAM a seguito della conferenza dei servizi:



- Distanza da qualsiasi manufatto non inferiore a 0.5 mt;
- Distanza per parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra la condotta di gas naturale e qualsiasi altro sottoservizio non inferiore a 0.5 mt;

Qualsiasi variante e/o integrazione progettuale sarà tempestivamente comunicata di modo da garantirne la valutazione.

Di seguito si riporta un estratto della planimetria delle interferenze raffigurante i sottoservizi presenti:



Figura 47 Stralcio della planimetria delle interferenze

Per un maggior livello di dettaglio su tutti i servizi interferenti con l'intervento progettuale oggetto della presente relazione si rimanda all'elaborato grafico: “20_PFTET_INT_01_Planimetria delle Interferenze”

In merito al posizionamento dei plinti dei pali di illuminazione, l'eventuale interferenza con i sottoservizi presenti nell'area andrà attentamente valutata in fase di cantiere al momento dell'apertura dello scavo e alla presenza della squadra operativa dell'ente gestore. In questa fase sarò possibile accettare in maniera l'effettivo tracciato piano-altimetrico dei cavidotti e di concerto con l'ente, l'indicazione delle eventuali fasce di rispetto da mantenere dagli stessi.

Premesso che nelle zone di presunta interferenza con i sottoservizi il progetto prevede un innalzamento della quota di campagna rispetto al piano attuale e che in nessun caso vengono previste



lavorazioni riguardanti scavi di profondità superiori a 50 cm, l'eventuale conflitto in accordo con le prescrizioni operative dell'ente gestore del sottoservizio potrà essere risolto andando ad intervenire con spostamenti dei punti di inserimento dei plinti tali da non inficiare le verifiche di calcolo illuminotecnico o stravolgere in maniera sostanziale l'assetto impiantistico dell'opera. Da valutare infine la possibilità di installazione dei plinti dei pali al di sopra delle condutture avendo cura di mantenere le distanze di sicurezza prescritte dall'ente.

11. SEGNALETICA STRADALE

La segnaletica orizzontale sarà prevista conformemente a quanto prescritto dal “Nuovo Codice della Strada (D.L. n. 285)” e comprende:

- Strisce longitudinali di margine delle carreggiate in vernice rifrangente di colore bianco;
- Iscrizioni e frecce direzionali in vernice rifrangente di colore bianco, ecc.

In particolare la segnaletica verticale comprenderà: segnali triangolari, circolari e ottagonali, targhe e pannelli aggiuntivi e integrativi in lamiera di alluminio, con pellicola, sostegni tubolari in acciaio zincato a caldo su fondazione in calcestruzzo cementizio, segnali indicatori di direzione.

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico con indicazione della segnaletica orizzontale e verticale di progetto e, per maggiore dettaglio si rimanda alla consultazione dell'elaborato “23_PFTT_OC_01 - *Planimetria segnaletica orizzontale e verticale*”.



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

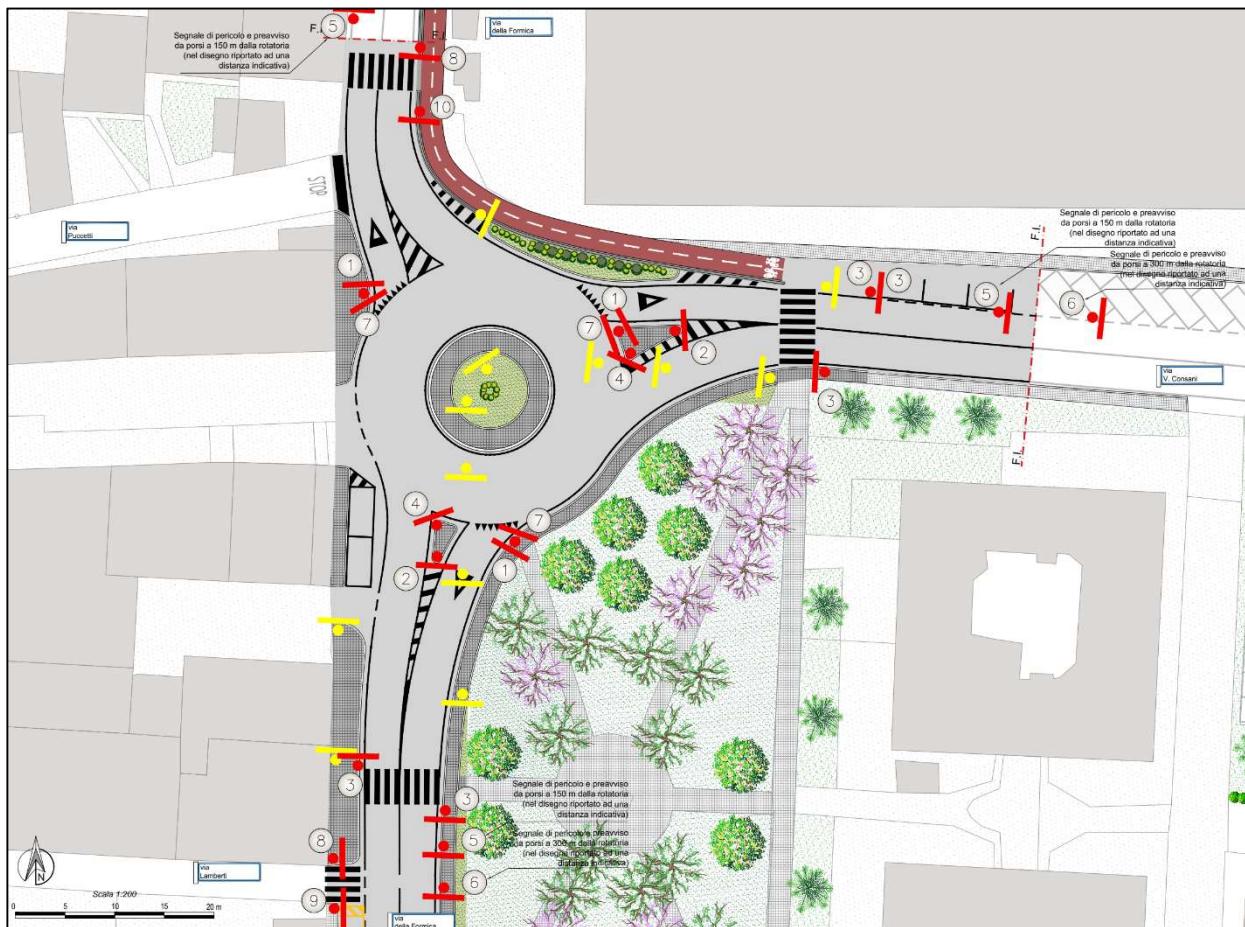


Figura 48 Stralcio della planimetria segnaletica orizzontale e verticale



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

1	Dare precedenza Figura II 36 Rotatoria Figura II 84		Segnale "dare la precedenza". Da porsi insieme al segnale d'obbligo "rotatoria" nel punto di immissione nella rotatoria.	3
2	Passaggio obbligatorio a destra Figura II 249 Delineatore speciale di ostacoli Figura II 472		Delineatore speciale di ostacoli con segnale di passaggio obbligatorio a sinistra/destra e indicazione della località. Da porsi sulla testata degli spartitraffici e delle isole di traffico poste entro la carreggiata.	2
3	Attraversamento pedonale non regolato da semaforo retro illuminato con lampeggiante			4
4	Passaggi consentiti Figura II 83 Delineatore speciale di ostacoli Figura II 472		Passaggi consentiti. Da porsi su eventuale spartitraffico di delimitazione corsia svolta a destra continua e comunque sugli spartitraffici in uscita dalla rotatoria.	2
5	Circolazione in Rotatoria Figura II 27 (pellicola classe I) Preavviso di precedenza Figura II 38 (pellicola classe I)		Segnale di pericolo "circolazione rotatoria" e di preavviso di dare precedenza da porsi a una distanza di 150 metri dall'innesto della rotatoria.	4
6	Preavviso intersezione a rotatoria Figura II 238 (pellicola classe I)		Indicazione di direzione e di distanza dall'intersezione a rotatoria. Da porsi sul lato destro della carreggiata a 300 metri dall'innesto della rotatoria	2



7	Segnale di divieto Senso Vietato Figura II 47		Vietta di entrare in una strada, accessibile invece nel senso opposto. Viene quindi posto sulle strade a senso unico.	2
8	Zona a velocità limitata Figura II 323/a		Indica l'inizio di un'area nella quale non è consentito superare la velocità indicata nel cartello.	1
9	Segnale indicante uno stallo riservato ad una persona invalida		Indica che la sosta è consentita solamente alla categoria indicata dal simbolo presente sul segnale; il divieto di sosta non si applica quindi ai veicoli della categoria indicata	1
10	Divieto di transito ai veicoli che trasportano merci con massa complessiva superiore a 3,5 tonnellate. Figura II 60/a		Segnale di divieto specifico. Vietta il transito ai veicoli da trasporto non adibiti al trasporto di persone.	1

Figura 48 Esempio di cartellonistica da posizionare

In corrispondenza di tutti gli attraversamenti pedonali viene prevista l'installazione di pannelli retroilluminati e provvisti di lampeggiante raffigurante la segnaletica prevista dal codice della strada per gli attraversamenti pedonali (Figura II 303 art.135).



Figura 49 - Cartello attraversamento pedonale retro illuminato con box lampeggianti



12. SOVRAPPOSTO CATASTALE

Come si evince dalla planimetria sottostante, l'intervento si sviluppa prevalentemente all'interno del sedime stradale esistente, ad eccezione di una porzione limitata che ricade sulla particella 2488 del foglio 163. Tale particella risulta comunque essere di proprietà comunale, pertanto non si rendono necessarie procedure di esproprio.

Viene quindi evidenziata l'assenza di interferenze con proprietà private o beni vincolati, ad eccezione delle aree già di dominio pubblico. Il sovrapposto è stato redatto sulla base della cartografia catastale aggiornata pubblico. Tale elaborato costituisce parte integrante della documentazione tecnica a supporto della fattibilità dell'intervento dal punto di vista patrimoniale e amministrativo.



Figura 50 Stralcio della planimetria di sovrapposto catastale



13. CANTIERIZZAZIONE E CRONOPROGRAMMA

La trasformazione dell'attuale area passa attraverso una semplice cantierizzazione che consente il mantenimento in esercizio del traffico limitrofo con il susseguirsi delle diverse fasi di avanzamento lavori.

La durata complessiva dei lavori è stata stimata in **100 giorni naturali consecutivi** con la cantierizzazione organizzata in un numero di fasi riportate in dettaglio nell'elaborato grafico.

Durante lo svolgimento delle normali attività di cantiere, mediante la fasizzazione prevista, in nessun caso si prevede l'interruzione della circolazione sia su Via della Formica che su Via Vincenzo Consani. Le fasi necessarie sono caratterizzate da una logica sequenza operativa che, sfruttando le caratteristiche piano-altimetriche, consente di portare avanti i lavori senza apportare modifiche sostanziali ai percorsi veicolari.

A supporto della realizzazione dell'opera, sarà prevista un'area di cantiere ipotizzata in una zona retrostante la piazza coperta.

La disposizione di tale area è visibile nell'estratto del piano di cantierizzazione riportato di seguito.

Per maggior chiarezza e per un maggior grado di dettaglio si rimanda comunque agli elaborati grafici

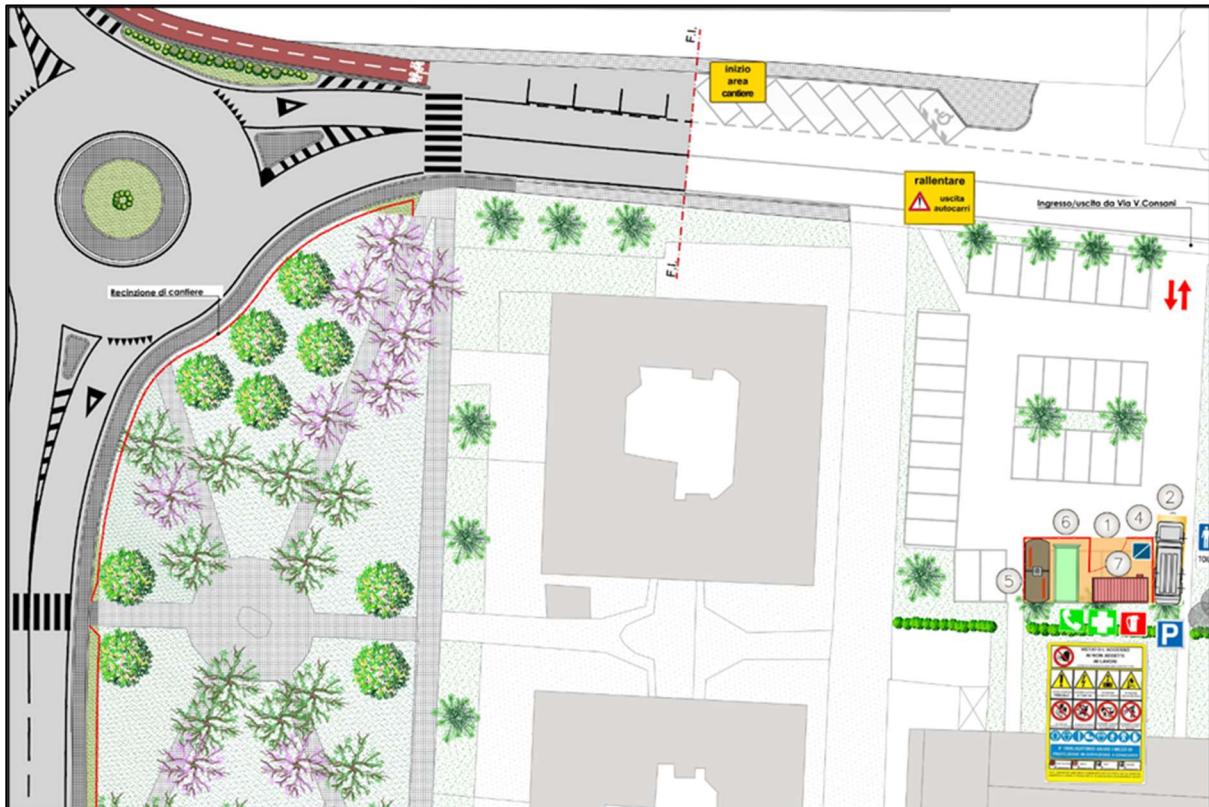


Figura 51 Stralcio del layout di cantiere



14. VERDE PUBBLICO

L'inserimento della nuova intersezione a rotatoria comporta inevitabilmente l'interessamento di una porzione del parco pubblico adiacente all'area di intervento. Pertanto il progetto ha tenuto conto di tutta una serie di provvedimenti atti a limitare l'impatto della nuova opera sul verde pubblico.

14.1 Gestione delle alberature esistenti

Per quanto riguarda le alberature esistenti, l'intervento non comporterà una riduzione del numero complessivo degli esemplari presenti all'interno del parco. Gli alberi che dovranno essere rimossi, in quanto interferenti con le nuove configurazioni progettuali, verranno sostituiti mediante ripiantumazione all'interno della medesima area verde, individuando zone idonee sotto il profilo agronomico, paesaggistico e funzionale. L'operazione di reimpianto terrà conto della congrua distanza reciproca tra piantumazioni nonché della congrua esposizione alla luce di cui le piante necessitano. La tipologia delle nuove essenze arboree, le tecniche di impianto e le modalità di messa a dimora saranno concordate con l'ufficio preposto del Comune di Lucca e con il personale tecnico incaricato della gestione del verde pubblico, al fine di garantire la compatibilità con le specie già esistenti e la sostenibilità degli interventi nel tempo.

14.2 Riorganizzazione dei percorsi pedonali e predisposizione tecniche

Attualmente il marciapiede lungo Via Consani presenta una suddivisione della zona pedonale separata da un muretto centrale, per una larghezza complessiva di circa 2,50 m. L'intervento in questione prevede la demolizione del muretto centrale e la riorganizzazione del marciapiede, che verrà uniformato lungo tutto il tratto interessato, assumendo una larghezza costante di circa 1,50 m. Questa modifica comporterà anche un parziale ridimensionamento del marciapiede su Via della Formica, consentendo di recuperare spazio utile da destinare all'ampliamento del manto erboso. In particolare, l'area verde risulterà aumentata di circa 85 mq. La nuova superficie destinata al marciapiede acquisita sarà interamente pavimentata in continuità con i materiali e le finiture previste per il resto dell'intervento, assicurando omogeneità sotto il profilo estetico e funzionale. Nelle zone dove saranno realizzate nuove aiuole, si procederà alla demolizione completa della pavimentazione esistente e alla predisposizione di uno strato di terreno vegetale dello spessore di circa 40 cm, idoneo a garantire le condizioni ottimali per lo sviluppo delle essenze vegetali.

14.3 Impianto idrico

È previsto un allaccio alla rete idrica esistente, attualmente servita da un pozzo di presa, per assicurare l'irrigazione delle aree a verde e consentire, se necessario, l'installazione di un elemento architettonico tipo fontana. L'impianto idrico dell'aiuola laterale potrà invece essere alimentato in continuità con quello che serve le aree a verde della Piazza Coperta.



15. IMPATTO ACUSTICO DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il Regolamento delle Attività Rumorose, redatto dal “Settore 4 - Ambiente e Edilizia Privata” del Comune di Lucca approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n.179 del 19/12/2002, modificato con deliberazione n.108 del 25/11/2004 e successiva deliberazione n.112 del 26/11/2009, all’Art. 2 “Classificazione acustica e Limiti di rumore” del Titolo I “Disposizioni generali” fissa i Valori Limite [Leq espressi in dB(A)] a seconda delle diverse Classi di destinazione d’uso del territorio.

L’intervento progettuale in questione prevede l’ adeguamento a circolazione rotatoria dell’intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani.

Quindi siamo di fronte ad un **adeguamento di una intersezione stradale già esistente**.

Pertanto non siamo di fronte ad alcuna nuova viabilità, né siamo di fronte ad un’opera che per sua natura induca una maggior attrattiva di traffico rispetto ai volumi già esistenti.

15.1 Considerazioni generali

Inoltre, nella letteratura tecnica in ambito di ingegneria dei trasporti, è ormai noto da anni grazie a specifici studi scientifici che la trasformazione a rotatoria di una intersezione esistente produce una sensibile riduzione delle emissioni inquinanti, sia atmosferiche che acustiche sul nodo viario stesso.

Infatti, sapendo che all’origine del rumore veicolare si pongono due principali categorie di sorgenti quali quelle connesse al numero di giri del motore e quelle associate alla velocità del veicolo, le rotatorie, favorendo la fluidificazione di tutte le manovre, riducono al minimo i fenomeni di “fermata e ripartita” (*stop and go*) che invece contraddistinguono le altre soluzioni progettuali (incroci semaforizzati oppure regolati dai segnali di stop o dare precedenza). Tenendo poi conto anche delle ridotte velocità d’approccio dei veicoli alle rotatorie, risulta evidente come la regolarizzazione del ciclo di guida di ogni utente sia strettamente connesso alla riduzione della produzione di rumore.

Numerose campagne di rilevamenti acustici condotte a livello nazionale e internazionale su una serie di intersezioni presenti in ambito urbano-suburbano trasformate in rotatoria hanno messo in evidenza come, rispetto ai tradizionali incroci lineari a raso (semaforizzati o meno), le rotatorie inducano statisticamente una **riduzione delle emissioni sonore mediamente compresa nell’intervallo di 3 ÷ 4 dB (deciBel)**.



15.2 Confronto prestazionale sulle emissioni sonore

Riportiamo di seguito dei grafici esplicativi del confronto prestazionale relativo ai diversi livelli di emissione sonora tra le intersezioni lineari (tradizionali) e le intersezioni a rotatoria.

I grafici rappresentano statisticamente i risultati medi di molteplici indagini acustiche condotte su intersezioni urbane e sub-urbane trasformate a rotatoria in diverse città negli ultimi anni.

Ovviamente i predetti grafici tengono conto delle rilevazioni sonore effettuate prima della trasformazione dell'incrocio e poi dopo la trasformazione a rotatoria dello stesso facendo stazione con gli strumenti di rilevazione sonora negli stessi punti ricettori limitrofi al nodo stradale in questione.

Qualunque fenomeno acustico genera una variazione di pressione sul mezzo elastico di propagazione e tale variazione, rilevabile dall'orecchio umano o da uno strumento acustico, può essere quantificata tramite il cosiddetto Livello di pressione sonora (L_p) generalmente definito dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \text{ dBA}$$

dove:

p = pressione efficace

$p_0 = 20 \text{ } [\mu\text{Pa}]$ (soglia di udibilità a 1000 Hz) pressione sonora di riferimento nell'aria

Considerando 16 intervalli orari dalle ore 6:00 alle ore 22:00 i parametri di riferimento sono:

- **(L_{min} ; L_{max})** = Livelli di pressione sonora min e max registrati durante ciascun intervallo orario di misurazione;
- **L_{eq}** = Livello di pressione sonora di un suono costante che, nell'intervallo di tempo di riferimento, espone l'individuo disturbato alla stessa energia acustica che si ha considerando l'effettiva variabilità del suono. Da un punto di vista analitico si effettua la media energetica dei livelli sonori istantanei di rumore rilevati nel tempo di osservazione:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \cdot \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \right] \text{ dBA}$$

dove: T = intervallo di tempo di riferimento

p = pressione sonora efficace istantanea



$p(0) = 20 \text{ } [\mu\text{Pa}]$ (soglia di udibilità a 1000 Hz) pressione sonora di riferimento nell'aria

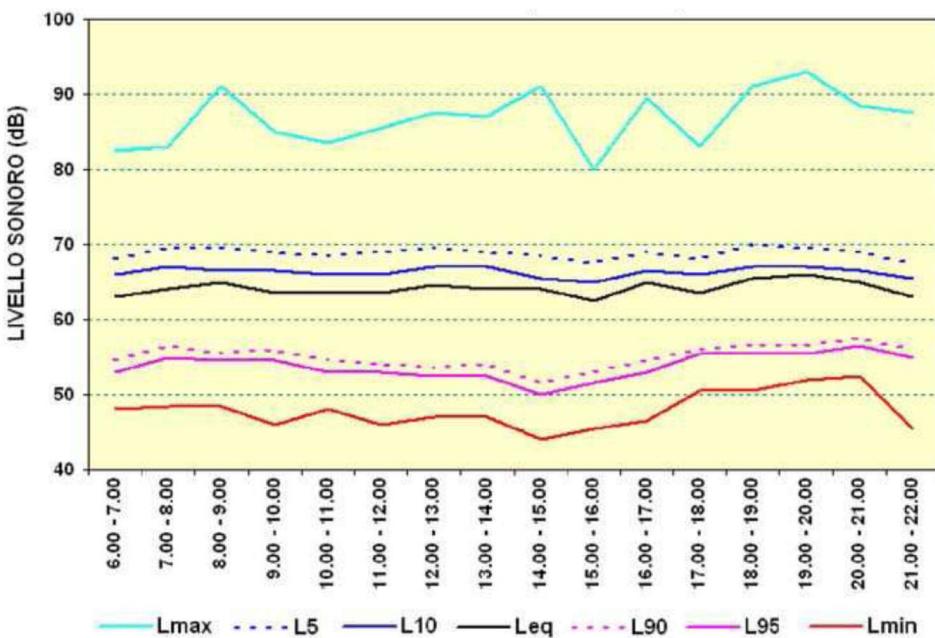
- **L5, L10, L90, L95** = Livelli sonori statistici cumulativi

Quando si ha a che fare con un rumore statisticamente variabile nel tempo, come quello prodotto dal traffico stradale, è molto utile la rappresentazione della distribuzione cumulativa dei livelli, che consiste in una curva individuante in ordinate la percentuale di tempo, rispetto all'intero intervallo di misura, in cui ciascun livello, indicato in ascisse, è stato superato. Risulta così abbastanza semplice dedurre il valore dei livelli statistici cumulativi superati per una certa percentuale di tempo (ad es. L90 rappresenta il livello di rumore superato per il 90% del tempo di osservazione). Nel caso specifico si sono valutati:

L5, L10 = Livello di rumorosità di picco

L90, L95 = Livello di rumorosità di fondo

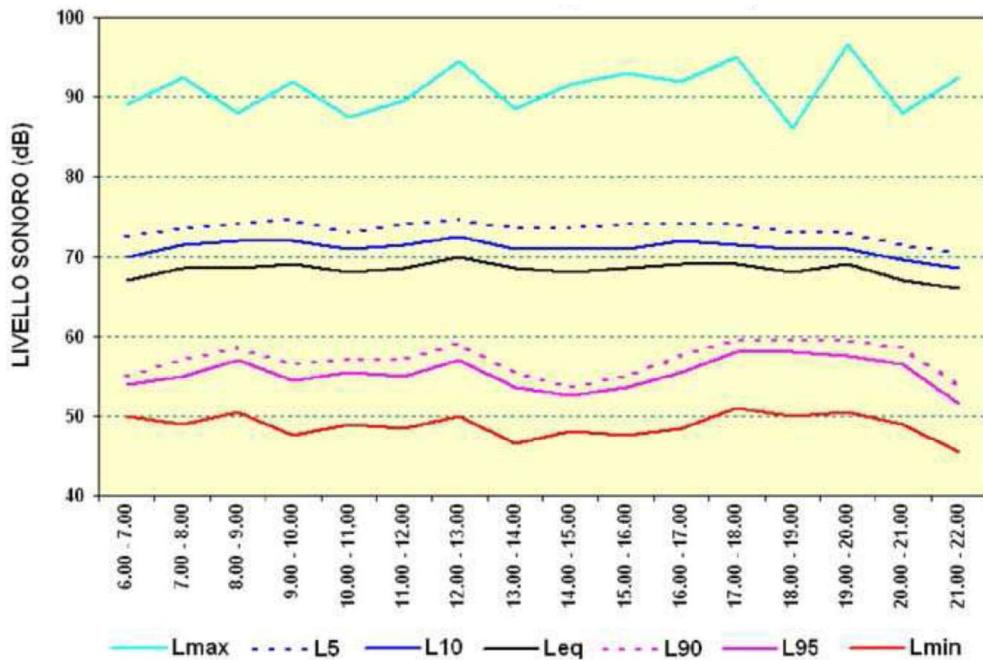
INTERSEZIONE A ROTATORIA



Profili acustici dei diversi Livelli sonori rilevati mediamente su una rotatoria.



INTERSEZIONE LINEARE (TRADIZIONALE)



Profili acustici dei diversi Livelli sonori rilevati mediamente su una intersezione lineare.

Dall'esame dei profili acustici si possono trarre le seguenti osservazioni:

- si riscontrano valori analoghi del **Livello di rumorosità di fondo (L90, L95)**, il valore dei predetti parametri si attesta mediamente intorno a 55 dB;
- Il **Livello di rumorosità di picco (L5, L10)** è significativamente differente in funzione della tipologia di intersezione. Nel caso di una rotatoria L5 assume valori medi intorno ai 65-70 dB, di contro nel caso delle intersezioni a raso si hanno valori medi intorno ai 70-75 dB. Per cui le rotatorie inducono **valori minori di circa 5 dB**;
- I valori di **Lmin** sono pressoché identici per le due tipologie d'intersezione;
- I valori di **Lmax** riscontrati sulle rotatorie sono **più bassi di circa 4 ÷ 5 dB** rispetto a quelli rilevati sulle intersezioni lineari a raso tradizionali;
- Per quanto riguarda i Livelli sonori equivalenti (**Leq**), come si evince dai grafici, durante l'intervallo temporale di 16 ore, sulle rotatorie risultano valori variabili entro un range compreso tra 63 e 66 dB, mentre i corrispettivi valori, riferiti agli incroci a raso tradizionale, oscillano invece tra 67 e 70 dB. Per cui le rotatorie inducono **valori minori di circa 3 ÷ 4 dB**;



- Da quanto sopra la conferma che le rotatorie inducono statisticamente una **riduzione delle emissioni sonore mediamente compresa nell'intervallo di 3 ÷ 4 dB (deciBel)**.

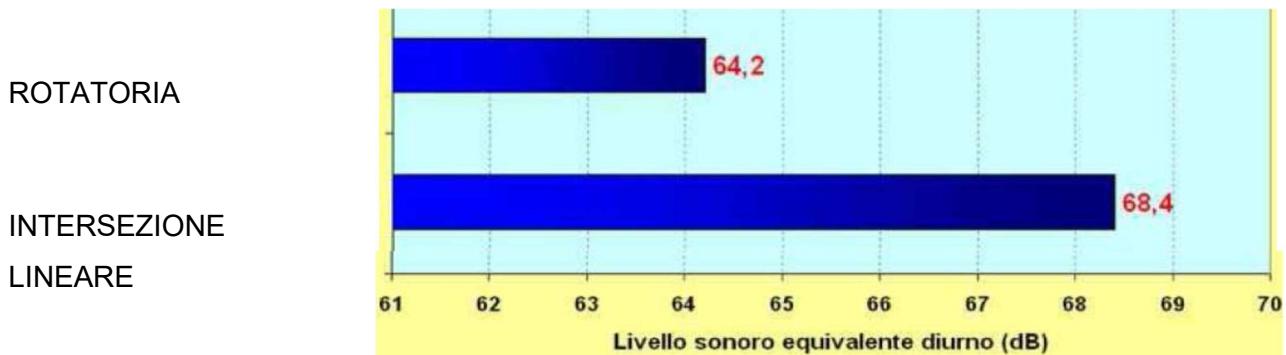
Infatti se i flussi veicolari sono ovviamente pressoché identici sia per le rotatorie che per le intersezioni a raso tradizionali, di contro risultano significative le differenze tra i livelli sonori prodotti. Ciò vuol dire che le rotatorie, giacché favoriscono sia la riduzione della velocità di approccio, sia la fluidificazione della circolazione a scapito dei fenomeni di stop and go tipici delle altre soluzioni progettuali, conducono ad un'attenuazione del rumore prodotto, a parità di condizioni di deflusso dei volumi di traffico.

A conclusione dell'esposizione dei risultati medi delle diverse campagne d'indagine, si ritiene importante confrontare i valori del Livello sonoro equivalente (Leq) riferiti all'intero periodo di 16 ore che, come già ricordato, rappresenta l'intervallo temporale che le Norme indicano come riferimento per la quantificazione dell'inquinamento acustico diurno.

Il **Livello sonoro equivalente esteso al periodo diurno Leq (D)** si valuta con la seguente relazione:

$$L_{eq(D)} = 10 \cdot \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{16} \frac{1}{16} \cdot 10^{\frac{Leq,i}{10}} \right] \text{ dBA}$$

dove: Leq,i è il Livello sonoro equivalente dell'i-esimo intervallo di tempo di rilevazione.



A conferma delle osservazioni svolte precedentemente si nota come, nel periodo diurno, **le rotatorie garantiscano livelli di rumore più bassi di circa 3 ÷ 4 dB rispetto alle intersezioni lineari a raso tradizionali**.

Ricordando che un incremento (o un decremento) di 3 dB del rumore corrisponde ad un raddoppio (o a un dimezzamento) degli effetti di una qualunque sorgente sonora, si capisce che, dal punto di vista della produzione di rumore da parte del traffico veicolare (assimilabile ad una sorgente sonora



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

fluttuante), le rotatorie hanno un effetto mitigatore più che doppio rispetto alle altre tipologie di incrocio.

In ottemperanza alle prescrizioni di ARPAT, durante le fasi di cantiere verranno comunque preventive delle misurazioni al fine di determinare l'entità del rumore derivante dalle lavorazioni previste



16. GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Nel progetto della nuova rotatoria, è stato adottato un approccio sostenibile per la gestione dei materiali di risulta derivanti dagli scavi e dalle operazioni di scotico. L'obiettivo principale è ridurre al minimo l'apporto di nuovo materiale e limitare il conferimento a discarica, così da minimizzare l'impatto ambientale complessivo. A tale scopo, si prevede il riutilizzo diretto del materiale estratto in situ, quando possibile, puntando sulla valorizzazione dei sottoprodotti in modo efficace.

Gli interventi in progetto saranno caratterizzati, infatti, dai seguenti flussi di materiali:

- Materiali provenienti da operazioni di scotico da riutilizzare per il riempimento nell'isola a verde dell'anello centrale e della nuova area di parco ottenuta.

In particolare si elencano i mc di fabbisogno di terra e di materiale riutilizzato:

Isola a verde [mc]	Nuova piantumazione [mc]	Detrazione materiale da scotico [mc]
67,5	30,10	97

Totale fabbisogno di terra [mc]	Totale materiale di risulta [mc]
97.6	97
Fabbisogno netto di terra [mc]	
0.6	

per maggiore dettaglio si rimanda alla consultazione dell'elaborato “05_PFTET_AMM_01 – Computo Metrico Estimativo.



17. CRITERI AMBIENTALI MINIMI – CAM

L'articolo 57 del Decreto Legislativo 36/2023, noto come "Codice dei contratti pubblici" in Italia, disciplina le disposizioni relative ai "criteri ambientali minimi" per gli appalti pubblici. Questi criteri sono finalizzati a integrare considerazioni ambientali nei processi di appalto, promuovendo pratiche sostenibili e riducendo l'impatto ambientale delle attività pubbliche. Ai sensi di questo articolo sono adottati i criteri ambientali minimi per i seguenti servizi:

- Servizi di progettazione, costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali;
- Servizi di progettazione di nuova area verde;
- Servizi di gestione e manutenzione del verde pubblico;
- Servizi di progettazione riguardanti l'illuminazione pubblica;

L'obiettivo principale di queste disposizioni è integrare la dimensione ambientale negli appalti pubblici, promuovendo la sostenibilità e riducendo l'impatto ambientale delle attività svolte dalle amministrazioni pubbliche.

17.1 Criteri ambientali minimi per le infrastrutture stradali

Il presente paragrafo illustra le modalità con cui il progetto tiene conto del rispetto del D.M. 5 Agosto 2024 per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali.

Tale criteri sono definiti per garantire che le opere siano realizzate nel rispetto dell'ambiente e della sostenibilità, favorendo l'uso razionale delle risorse naturali e riducendo gli impatti negativi sull'ambiente durante tutte le fasi del ciclo di vita del progetto.

Nel caso dell'intervento in questione, il rispetto dei CAM si articola in diversi ambiti, tra cui la scelta dei materiali, la gestione dei rifiuti, l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni inquinanti.

17.1.1 Scelta dei materiali

Uno degli aspetti più significativi per il rispetto dei CAM riguarda la selezione dei materiali impiegati. In linea con quanto previsto dal DM 5 agosto 2024, si è provveduto ad adottare materiali a basso impatto ambientale, preferendo quelli a km 0. In particolare, con riferimento all'ART.2.2.2 - *Efficienza funzionale e durata della pavimentazione*, il progetto prevede l'utilizzo di conglomerati bituminosi modificati di tipo hard atti a garantire elevate prestazioni sia in termini strutturali che funzionali, contribuendo al contempo ad aumentare la vita utile della pavimentazione.



17.1.2 *Efficienza energetica*

Il progetto della rotatoria ha incluso soluzioni volte a minimizzare il consumo energetico e le emissioni inquinanti, in linea con i criteri CAM relativi alla sostenibilità energetica. È previsto difatti l'uso di impianti di illuminazione con tecnologia LED che garantisce migliori performance e un minore impatto sull'ambiente.

17.1.3 *Gestione dei rifiuti*

Come già descritto nel capitolo precedente, è stato predisposto un piano di gestione delle materie provenienti dalle operazioni di scavo. I materiali derivanti dallo scavo, come terra e rocce, sono stati selezionati per un possibile riutilizzo in altre aree del progetto, riducendo così la necessità di trasporto e smaltimento.

17.1.4 *Riduzione emissioni inquinanti*

La trasformazione dell'attuale intersezione in rotatoria rappresenta una delle soluzioni più efficaci per ridurre le emissioni inquinanti dovute al traffico veicolare. Le emissioni inquinanti generate dai veicoli, in particolare il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), il particolato (PM) e il biossido di carbonio (CO₂), sono tra le principali cause di degrado della qualità dell'aria nelle aree urbane e periurbane. La progettazione e l'implementazione di una rotatoria possono portare a un significativo miglioramento della qualità dell'aria grazie alla riduzione dei tempi di fermata e della frequenza di accelerazioni e decelerazioni, che sono fattori cruciali per l'emissione di inquinanti.

17.2 Opere a verde ed impianto di irrigazione

I criteri ambientali minimi nel contesto del verde pubblico si concentrano sulla promozione di pratiche sostenibili nella progettazione, realizzazione e gestione degli spazi verdi pubblici. Questi criteri mirano a preservare e migliorare la qualità dell'ambiente, promuovere la biodiversità, ridurre l'uso di risorse naturali e garantire una gestione responsabile degli spazi verdi.

Nell'adeguamento a circolazione rotatoria dell'intersezione tra Via della Formica e Via Vincenzo Consani è stata posta l'attenzione sulla previsione superfici prative, sia per l'isola centrale che per l'aiuola laterale corrispondente all'area della stazione di servizio.

Ai fini della manutenzione delle aree verdi orizzontali, in particolare, in caso di tagli frequenti, devono essere impiegate tecniche a basso impatto ambientale come il taglio *mulching* il quale consiste nello sminuzzare finemente l'erba e distribuirla uniformemente sul terreno senza doverla necessariamente rimuovere.



Vista la necessità di un impianto di irrigazione come descritto in precedenza è indispensabile il monitoraggio sul corretto funzionamento dell'impianto di irrigazione ed in particolare, la capacità di adattamento all'andamento climatico.

In caso di rifiuti derivanti dalla manutenzione delle opere a verde o dell'impianto di irrigazione dovrà essere pianificare la gestione dei rifiuti e degli imballaggi prodotti dal processo di manutenzione e di quelli abbandonati nell'area verde oggetto del progetto, prevedendo la selezione e il conferimento differenziato degli stessi secondo quanto previsto dal regolamento comunale e dai CAM per l'affidamento del servizio gestione rifiuti.

Riguardo alle specifiche tecniche si prevede quanto segue:

Le specie vegetali appartengono alle liste delle specie della flora italiana riconosciute dalla comunità scientifica e sono coerenti con le caratteristiche ecologiche del sito d'impianto, garantendo la loro adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo, con conseguenti vantaggi sia sul piano della riuscita dell'intervento (ecologica, paesaggistica, funzionale) che della sua gestione nel breve, medio e lungo periodo.

Per la scelta delle specie vegetali si è tenuto conto degli aspetti ambientali, paesaggistici culturali e naturalistici del sito dove sorgerà la nuova intersezione rotatoria, i tappeti erbosi sono realizzati con specie erbacee adeguate alle condizioni pedoclimatiche e all'articolazione spaziale (aree in scarpata, aree in ombra, aree ornamentali ad alta manutenzione, aree arbustive, aiuole fiorite, alberi, ecc.) del sito d'impianto.

Infine, l'irrigazione del terreno avviene utilizzando impianti dotati di adeguati sistemi di misurazione del fabbisogno idrico del terreno, di controllo dell'acqua erogata e di allarmi in caso di guasto.

L'impianto di irrigazione consente altresì di regolare il volume dell'acqua erogata nelle varie zone

17.3 Impianto di illuminazione

Il presente paragrafo descrive l'assolvimento dei Criteri Ambientali Minimi riferiti all'illuminazione pubblica, cosiddetti CAM illuminazione pubblica, nelle soluzioni di progetto. Le indicazioni contenute in questo capitolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale, sia in specifiche tecniche che gli apparecchi a LED e progetto illuminotecnico devono rispettare.

I CAM illuminazione pubblica definiscono i criteri ambientali minimi che, ai sensi del D.lgs 36/2023 e s.m.i., le Amministrazioni pubbliche debbono utilizzare nell'ambito delle procedure d'acquisto di:

- sorgenti di illuminazione per illuminazione pubblica;
- apparecchi d'illuminazione per illuminazione pubblica;

ma anche nel caso di affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.



17.3.1 Specifiche tecniche

I moduli LED raggiungono, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

- Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W] ≥ 95 ;
- Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W] ≥ 110 .

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ($\text{Ra} > 60$), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED rispettano una o entrambe le seguenti specifiche:

- variazione massima di cromaticità pari a $\Delta u'v' < 0,0048$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step sul diagramma CIE1931.

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED presentano, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento tp e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

- Fattore di mantenimento del flusso luminoso: L80 per 60.000 h di funzionamento;
- Tasso di guasto (%): B10 per 60.000 h di funzionamento.

in cui:

- L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale;
- B10: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%.

Il progetto prevede altresì la presenza dei cosiddetti apparecchi per illuminazione stradale, ossia tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale. Tali apparecchi hanno, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

- Proprietà dell'apparecchio di illuminazione Valori minimi IP vano ottico IP 65 IP vano cablaggi IP55;
- Categoria di intensità luminosa $> \text{G}^*2$;
- Resistenza agli urti (vano ottico) IK06;
- Resistenza alle sovratensioni 4kV

Si dovrà garantire la raccolta, il trasporto, il trattamento adeguato, il recupero e smaltimento ambientalmente compatibile delle sorgenti luminose, classificate come RAEE professionali secondo quanto previsto dagli artt. 13 e 24 del D.Lgs. 14 marzo 2014, n. 49, dal D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

Riguardo al ritiro dei rifiuti di pile e accumulatori sarà necessario osservare le disposizioni di cui al D.Lgs. 188/2008 e s. m. i.



PT 2025-75C Realizzazione di nuova rotatoria a raso tra Via della Formica e Via Consani
- PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA -

Infine sulla base della direttiva per l'applicazione della legge regionale 21 marzo 2000, n. 37 recante "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso", gli impianti in progetto risponderanno ai seguenti requisiti:

- Flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore < 3% del flusso totale emesso dalla sorgente;
- Illuminazione dall'alto verso il basso e non oltre i 60° dalla verticale;
- Riduzione del flusso fino al 50% dopo le ore 22:00.