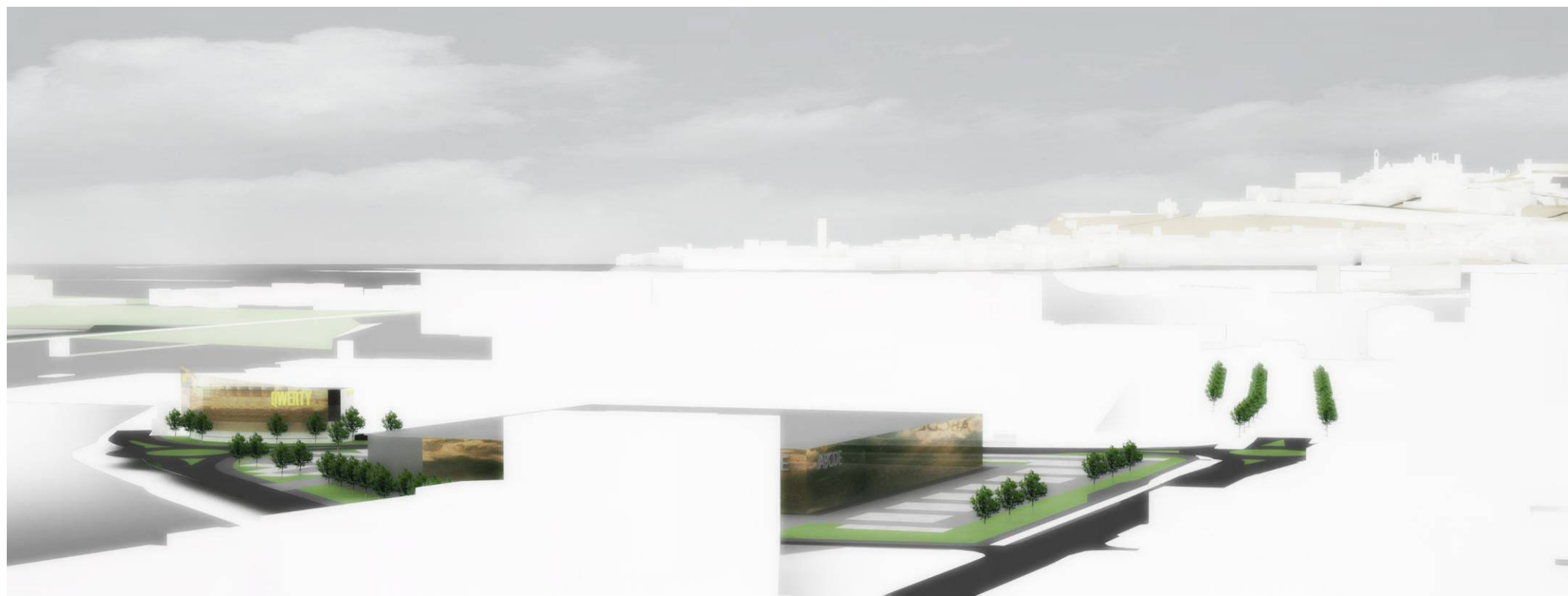


Agatonisi Srl  
Largo Porta Nuova 14  
Bergamo



Piano attuativo di trasformazione  
urbanistica UMI 2 Luna park - AT e/i/s 27

**Allegato H**

- Adeguamento viabilità esterna
- Relazione di verifica idraulica - Rete fognaria acque bianche e nere

Agg. Marzo 2014

**Arch. Pietro Valicenti**  
**Arch. Attilio Gobbi**

Via Grismondi 13/a  
24123 Bergamo

24121 Bergamo, Via Angelo Maj, 3  
T 035.224281 - Fx 035.4284215



TRM ENGINEERING S.r.l.  
 Via della Birona 30  
 20900 Monza (MB)  
 Tel. 039/3900237  
 Fax. 02/70036433 o 039/2314017  
 ufficio.tecnico@trmengineering.it  
 www.trmengineering.it



## COMUNE DI BERGAMO Provincia di Bergamo

### PIANO ATTUATIVO UMI 2 - AMBITO ATE/I/S27 DESCRIZIONE DEL SISTEMA VIARIO, DEI TRASPORTI E DI ACCESSO **INTEGRAZIONI**



Committente

Titolo Elaborato	Elaborato	Revisione	Codice progetto	Nome file	Data
INTEGRAZIONI	01	01	915	915_rl_sv_integrazione_rev01_mod01.doc	Marzo 2014

Questo elaborato non si può riprodurre né copiare, né comunicare a terze persone od a case concorrenti senza il nostro consenso. Da non utilizzare per scopi diversi da quello per cui è stato fornito.

## TRM Engineering S.r.l.

*Amministratore unico*

Ing. Michele Rossi

*Direttore Tecnico*

Ing. Gianni Vescia

*Responsabile lavoro*

Dott. Paolo Galbiati

*Collaboratori*

Ing. Giuseppe Ciccarone

Dott.sa Chiara Dozio

Ing. Dario Galimberti

Ing. Antonio Liguigli

Dott.sa Silvia Ornaghi

Ing. Francesca Traina Melega

Ing. Roberto Vergani

Ing. Viviana Vimercati

Ing. Simone Zoppellari

Via Della Birona, 30 - 20900 Monza (MB) Tel. 039/3900237

Fax. 02/70036433 o 039/2314017 e-mail: [ufficio.tecnico@trmengineering.it](mailto:ufficio.tecnico@trmengineering.it) - [www.trmengineering.it](http://www.trmengineering.it)

**INDICE**

<b>INDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b> <b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b> <b>PROSECUZIONE COLLEGAMENTO VERSO VIA LUNGA</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b> <b>COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b> <b>DIMENSIONAMENTO ROTATORIE</b> .....	<b>6</b>
4.1 <b>ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO</b> .....	6
4.2 <b>ROTATORIA VIA ROVELLI</b> .....	7
<b>5</b> <b>TRANSITO MEZZI PESANTI E TRASPORTI ECCEZIONALI</b> .....	<b>8</b>
5.1 <b>ROTATORIA VIA ROVELLI</b> .....	10
5.2 <b>ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO</b> .....	14
<b>6</b> <b>INDICI</b> .....	<b>17</b>
6.1 <b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	17

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato contiene gli approfondimenti viabilistici integrativi richiesti dal Comune di Bergamo con nota del 24/03/2014.

In particolare, il presente studio integrativo è stato predisposto al fine di assolvere alla **“Richiesta di integrazioni relativa al Piano Attuativo dell’Ambito di Trasformazione urbanistica AT e/i/s 27 UMI2 – Luna Park”**, avanzata dal Settore *Servizio Mobilità e Trasporti*, verbale della conferenza dei Servizi del 11/03/2014, protocollo SP/2014/00097.

Nel dettaglio, le richieste di approfondimento e/o di integrazioni inerenti la componente viabilistica sono qui di seguito riepilogate:

- Il tracciato della nuova strada collegante le due rotonde dovrà ripercorrere il sedime del progetto esecutivo di opera pubblica agli atti del Comune, relativo al nuovo asse di collegamento tra la via Borgo Palazzo e la via Lunga, in modo tale da non precludere l’eventuale prosecuzione della nuova strada in direzione di via Lunga.
- Dovranno essere previsti i collegamenti ciclopedonali nord-sud sia lungo la predetta strada che lungo la nuova strada ad est dell’area oggetto d’intervento. I predetti collegamenti ciclopedonali dovranno ovviamente prevedere l’attraversamento sia di via Borgo Palazzo, in completa sicurezza, in corrispondenza di via Celadina nonché di via Passo del Vivione come peraltro previsto dalla Tavola PS4 - Il sistema della mobilità sostenibile allegata al PGT che l’attraversamento di via Rovelli. La larghezza dei percorsi ciclopedonali non potrà mai essere inferiore a 3,0 metri, mentre per quanto riguarda la pendenza degli stessi dovrà essere conforme a quanto previsto dal punto 2.1.2 dell’allegato tecnico alla Legge Regionale N. 6/89. Dovranno inoltre essere indicate le pendenze delle due nuove strade sopra citate.
- Le rotonde previste su via Borgo Palazzo e su via Rovelli dovranno essere dimensionate in conformità a quanto previsto dal punto 3.A dell’Allegato 2 alla Deliberazione della Giunta Regionale 27/9/2006 N. 8/3219. Quella su via Borgo Palazzo dovrà inoltre essere dimensionata in funzione del transito di veicoli e/o trasporti eccezionali così come prescritto dalla Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 10 in data 9/2/2005. Inoltre in ragione sia dei consistenti flussi veicolari esistenti lungo via Borgo Palazzo che dei prevedibili flussi veicolari lungo la nuova strada in progetto collegante le due rotonde dovrà, a tutela e protezione dei pedoni e dei ciclisti impegnati nell’attraversamento della sopra citata rotonda, essere predisposto un impianto semaforico a chiamata in corrispondenza degli attraversamenti pedonali e ciclabili da realizzare.
- Il ramo veicolare della rotonda di via Borgo Palazzo in direzione di Seriate, qualora progettato con una sola corsia, dovrà avere larghezza non inferiore a 5,0 metri.
- La larghezza delle corsie veicolari di via Borgo Palazzo non potranno essere inferiori a 3,50 metri anche in ragione del transito di alcune linee del Trasporto Pubblico.
- Dovrà essere mantenuto, prevedendone un suo eventuale spostamento nelle vicinanze, l’attraversamento pedonale della controstrada nord di via Borgo Palazzo.

## 2 PROSECUZIONE COLLEGAMENTO VERSO VIA LUNGA

- Il tracciato della nuova strada collegante le due rotonde dovrà ripercorrere il sedime del progetto esecutivo di opera pubblica agli atti del Comune, relativo al nuovo asse di collegamento tra la via Borgo Palazzo e la via Lunga, in modo tale da non precludere l'eventuale prosecuzione della nuova strada in direzione di via Lunga.

In relazione alla richiesta avanzata, si evidenzia che il posizionamento della nuova rotonda su Via Rovelli è compatibile con un futuro itinerario verso sud (direzione Fiera). Il dimensionamento previsto consente di realizzare l'opera nel breve periodo senza interessare aree non disponibili o di proprietà terze. Le immagini seguenti riportano un ipotesi di collegamento verso sud ed il dimensionamento della rotonda prevista.

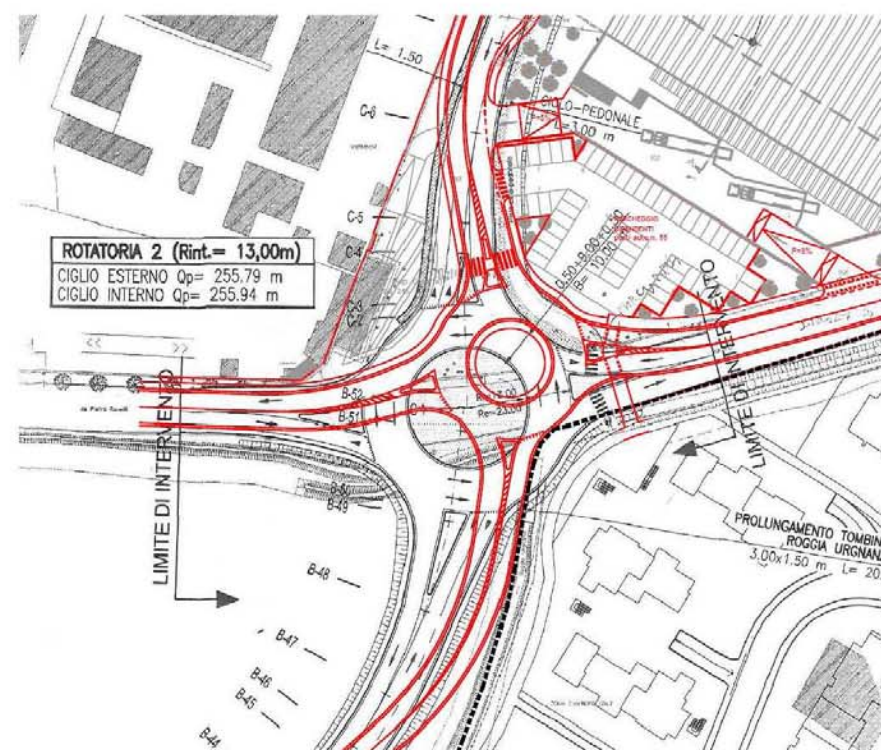


Figura 1 - Rotatoria Via Rovelli - Sovrapposizione con progetto Amministrazione

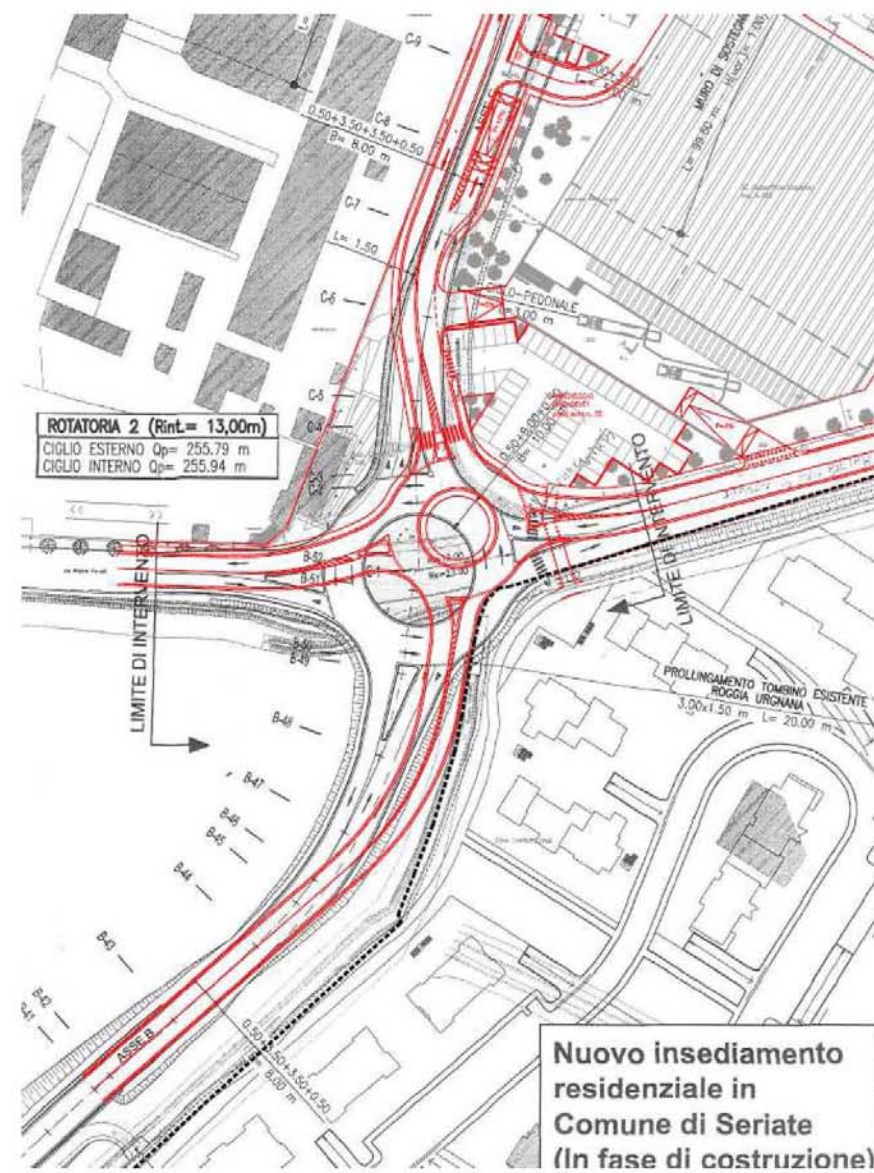


Figura 2 - Rotatoria Via Rovelli - Compatibilità con itinerario verso Via Lunga

### 3 COLLEGAMENTI CICLOPEDONALI

- Dovranno essere previsti i collegamenti ciclopedonali nord-sud sia lungo la predetta strada che lungo la nuova strada ad est dell'area oggetto d'intervento. I predetti collegamenti ciclopedonali dovranno ovviamente prevedere l'attraversamento sia di via Borgo Palazzo, in completa sicurezza, in corrispondenza di via Celadina nonché di via Passo del Vivione come peraltro previsto dalla Tavola PS4 - Il sistema della mobilità sostenibile allegata al PGT che l'attraversamento di via Rovelli. La larghezza dei percorsi ciclopedonali non potrà mai essere inferiore a 3,0 metri, mentre per quanto riguarda la pendenza degli stessi dovrà essere conforme a quanto previsto dal punto 2.1.2 dell'allegato tecnico alla Legge Regionale N. 6/89. Dovranno inoltre essere indicate le pendenze delle due nuove strade sopra citate.

Come richiesto, il progetto recepisce le indicazioni in merito alla larghezza degli itinerari ciclopedonali ed al posizionamento degli attraversamenti. In particolare, su Via Borgo Palazzo in corrispondenza di Via Celadina, è stato inserito un attraversamento ciclopedonale protetto da isola spartitraffico. Analogamente anche sul nuovo collegamento verso Via Rovelli è stato previsto un attraversamento protetto da isola fisica.

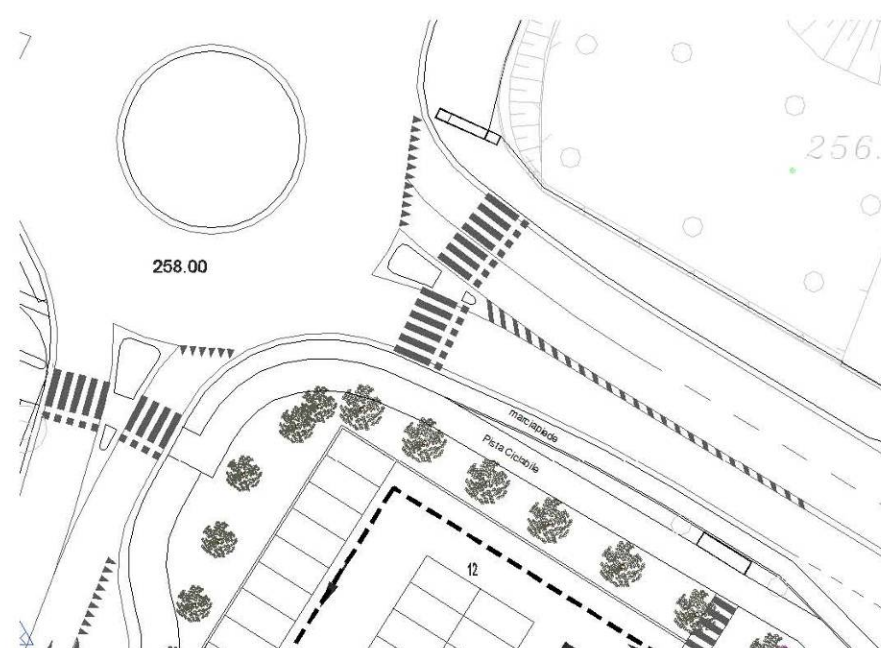


Figura 3 – Rotatoria Via Borgo Palazzo – Attraversamenti previsti

### 4 DIMENSIONAMENTO ROTATORIE

- Le rotatorie previste su via Borgo Palazzo e su via Rovelli dovranno essere dimensionate in conformità a quanto previsto dal punto 3.A dell'Allegato 2 alla Deliberazione della Giunta Regionale 27/9/2006 N. 8/3219. Quella su via Borgo Palazzo dovrà inoltre essere dimensionata in funzione del transito di veicoli e/o trasporti eccezionali così come prescritto dalla Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 10 in data 9/2/2005. Inoltre in ragione sia dei consistenti flussi veicolari esistenti lungo via Borgo Palazzo che dei prevedibili flussi veicolari lungo la nuova strada in progetto collegante le due rotatorie dovrà, a tutela e protezione dei pedoni e dei ciclisti impegnati nell'attraversamento della sopra citata rotatoria, essere predisposto un impianto semaforico a chiamata in corrispondenza degli attraversamenti pedonali e ciclabili da realizzare.

- Il ramo veicolare della rotatoria di via Borgo Palazzo in direzione di Seriate, qualora progettato con una sola corsia, dovrà avere larghezza non inferiore a 5,0 metri.

- La larghezza delle corsie veicolari di via Borgo Palazzo non potranno essere inferiori a 3,50 metri anche in ragione del transito di alcune linee del Trasporto Pubblico.

- Dovrà essere mantenuto, prevedendone un suo eventuale spostamento nelle vicinanze, l'attraversamento pedonale della controstrada nord di via Borgo Palazzo.

Per il corretto dimensionamento della nuova rotatoria sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22 aprile 2004, n.67/S. Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Bollettino Ufficiale Regione Lombardia del 31/10/2006.

#### 4.1 ROTATORIA VIA BORG PALAZZO

In coerenza con quanto previsto dalla normativa di riferimento, il dimensionamento della nuova rotatoria prevede:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| • Diametro esterno                       | 34 metri                |
| • Corona a due corsie                    | 9,00 metri più banchine |
| • Banchine (sinistra e destra)           | 0,50 metri              |
| • Raggio isola centrale non sormontabile | 7,00 metri più banchine |
| • Bracci di ingresso a singola corsia    | 3,50 metri più banchine |
| • Bracci di ingresso a doppia corsia     | 6,50 metri più banchine |

- Bracci di uscita 4,50 metri più banchine
- Bracci di uscita Via Borgo Palazzo 5,50 metri più banchine

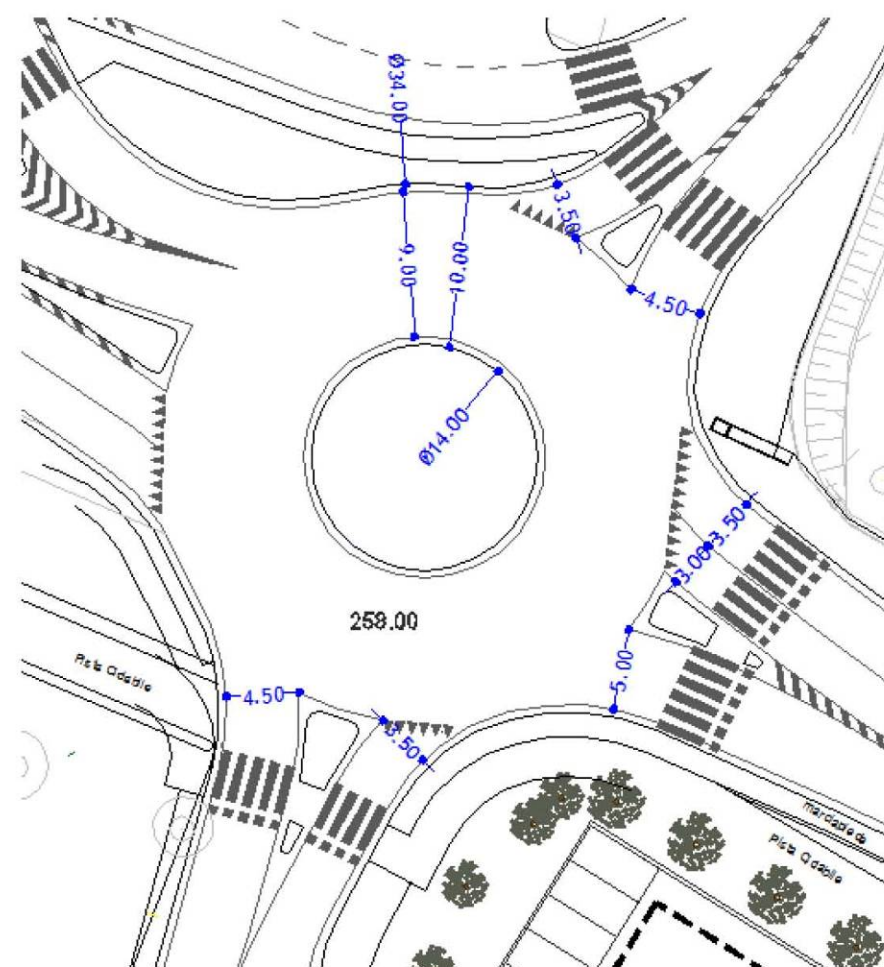


Figura 4 – Rotatoria Via Borgo Palazzo – Dimensionamento

Come prescritto il progetto prevede su Via Borgo Palazzo corsie esterne aventi larghezza pari a 3,50 metri per agevolare il transito degli autobus.

Inoltre, in uscita in direzione Seriate, la corsia è prevista con larghezza di 5,00 metri più banchine.

E' stato inoltre inserito anche l'attraversamento pedonale ed un collegamento protetto sulla controstrada nord di Via Borgo Palazzo, ad ovest di Via Celadina. L'immagine seguente riporta quanto descritto.

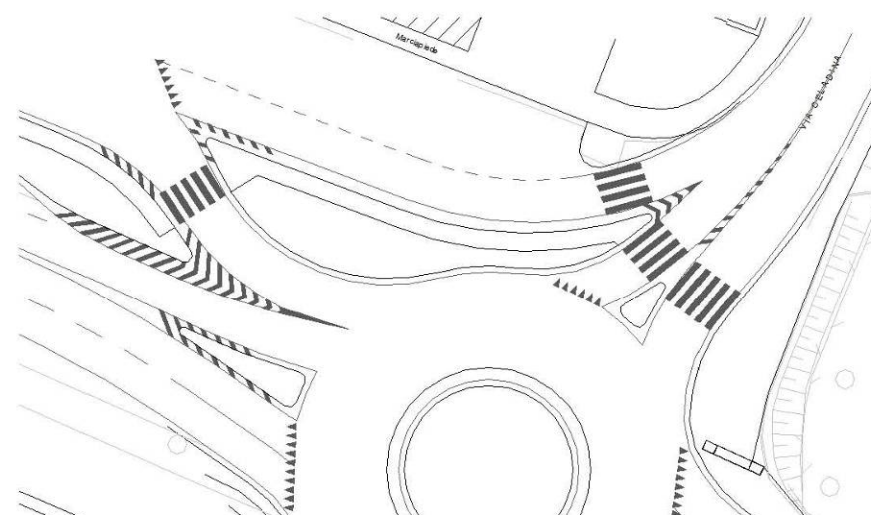


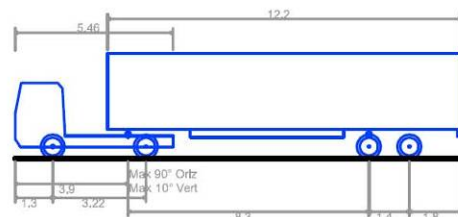
Figura 5 – Rotatoria Via Borgo Palazzo – Attraversamento controstrada nord

#### 4.2 ROTATORIA VIA ROVELLI

In coerenza con quanto previsto dalla normativa di riferimento, il dimensionamento della nuova rotatoria prevede:

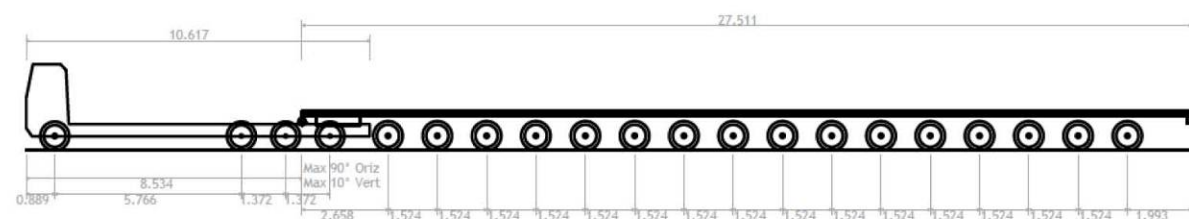
- Diametro esterno 34 metri
- Corona ad una corsia 7,00 metri più banchine
- Banchine (sinistra e destra) 0,50 metri
- Raggio isola centrale non sormontabile 7,50 metri più banchine
- Isola sormontabile 1,5 metri
- Bracci di ingresso 3,50 metri più banchine
- Bracci di uscita 4,50 metri più banchine





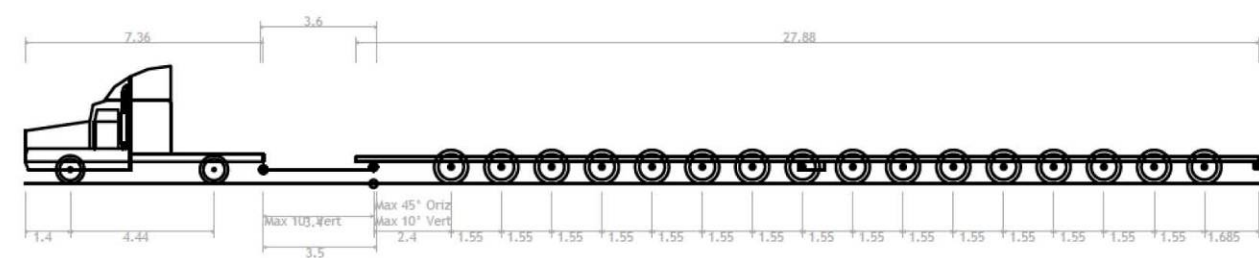
AUTOARTICOLATO	
Lunghezza Totale	15.400M
Larghezza Totale	2.500M
Altezza Carrozzeria Totale	3.652M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.406M
Traccia Larghezza	2.376M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00 sec.
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	6.610M

Figura 7 – Dimensioni autoarticolato



Granite Axle Forward 8x6 GU714 + Trailer	
Lunghezza Totale	36.046M
Larghezza Totale	2.591M
Altezza Carrozzeria Totale	2.670M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.437M
Larghezza Tracciato Max	2.591M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00s
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	13.137M

Figura 8 – Dimensioni TE



Convoi 16 essieux	
Lunghezza Totale	38.095M
Larghezza Totale	3.000M
Altezza Carrozzeria Totale	3.636M
Spazio Manovra A Terra Min. Carrozzeria	0.416M
Larghezza Tracciato Max	2.990M
Intervallo di tempo angolo di sterzata	6.00s
Raggio di Sterzata da Bordo a Bordo	22.580M

Figura 9 – Dimensioni TE

### 5.1 ROTATORIA VIA ROVELLI

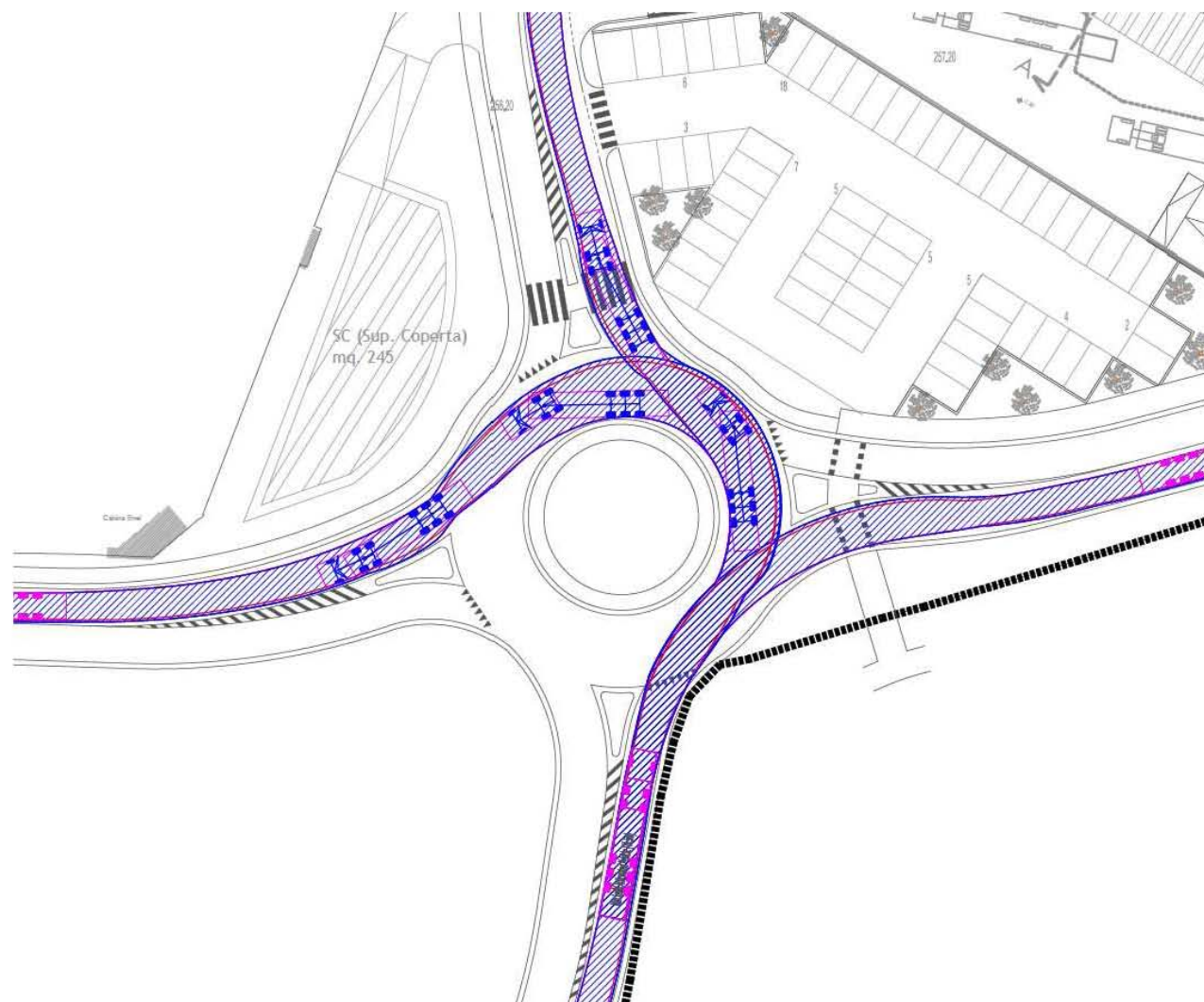


Figura 10 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16,5 metri

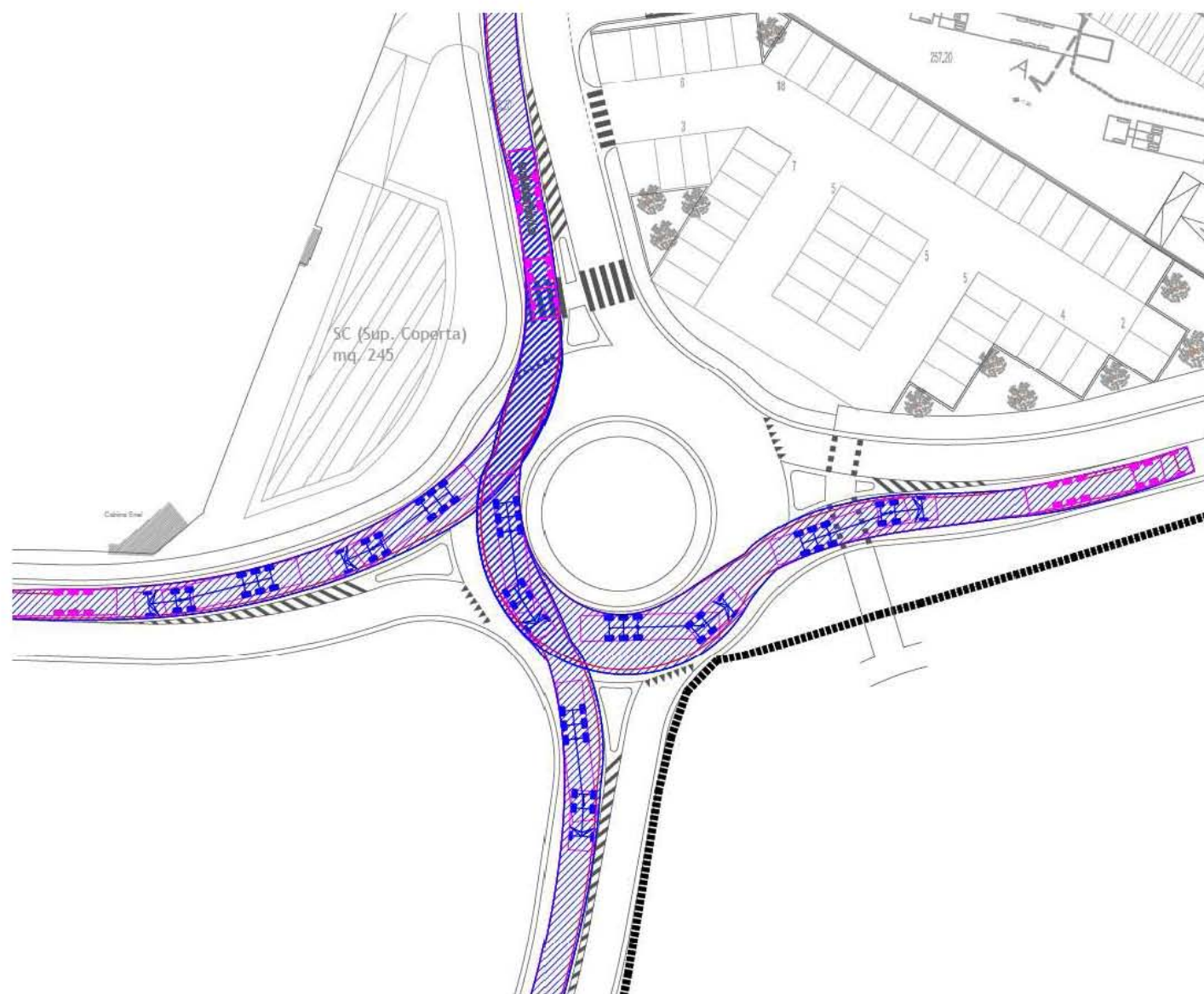


Figura 11 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16,5 metri

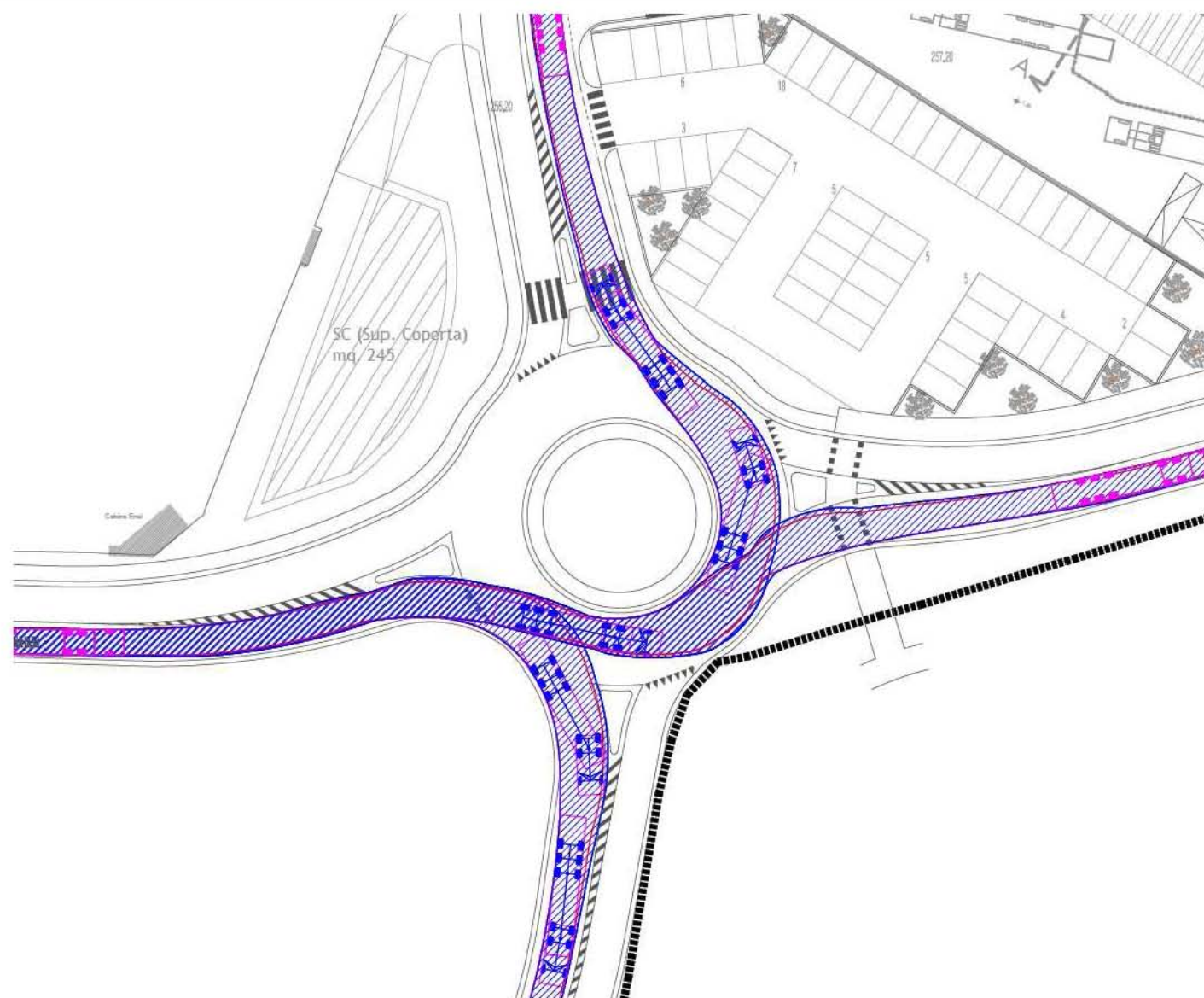


Figura 12 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16,5 metri

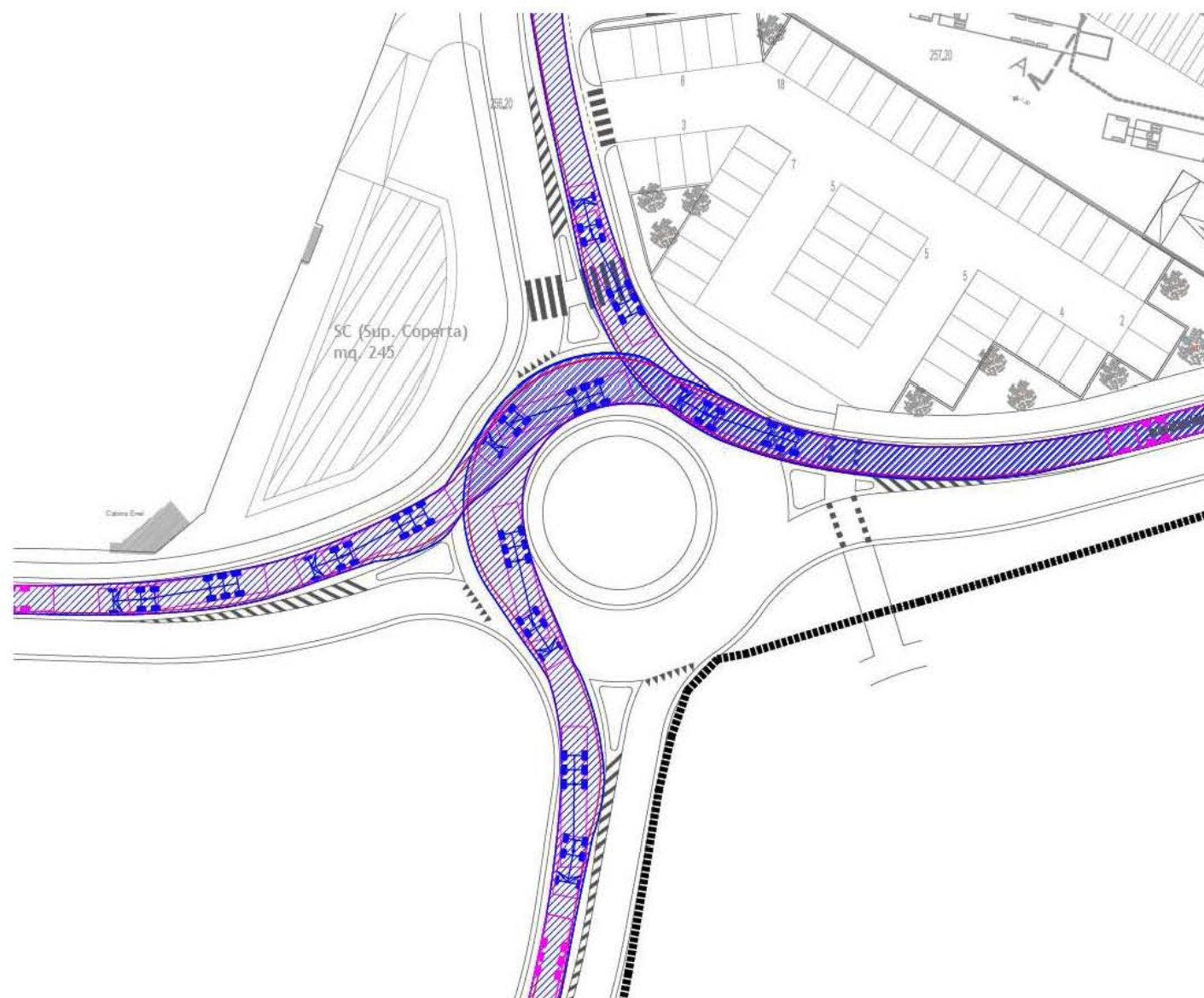


Figura 13 – Verifica dinamica manovre – Autoarticolato 16,5 metri

## 5.2 ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO

La Delibera del Consiglio Provinciale n. 10 del 9/02/2005 riporta nell'allegato B le "Caratteristiche geometriche minime delle rotonde da realizzare sulle strade provinciali e comunali, interessate dal transito di veicoli e/o trasporti eccezionali".

Allegato "G"  
 Delibera di Consiglio Provinciale  
 n. 10 in data 9-2-2005  
 Caratteristiche geometriche minime delle rotonde da realizzare sulle strade provinciali e comunali, interessate dal transito di veicoli e/o trasporti eccezionali.

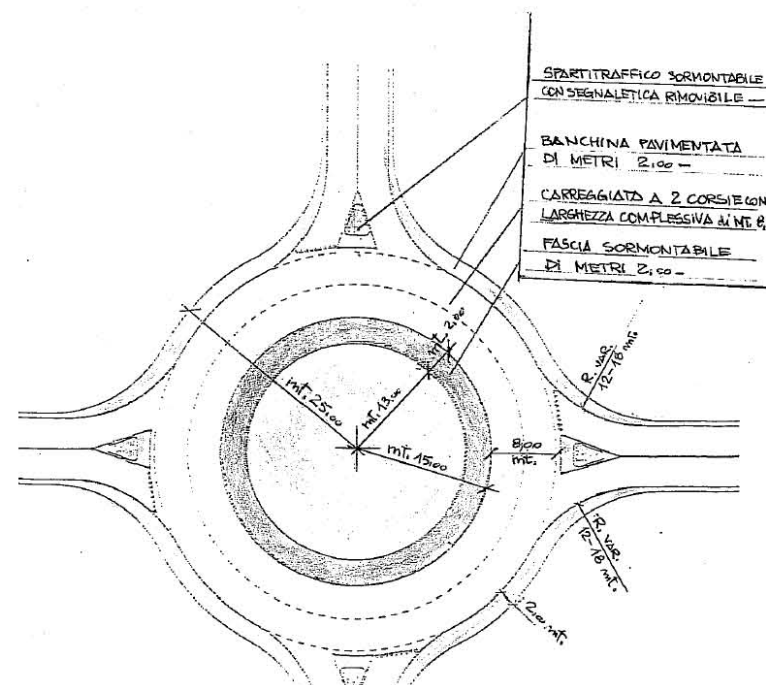


Figura 14 – DCR n10 – Caratteristiche rotonde interessate da TE

L'allegato A "Elenco delle strade costituenti i percorsi dei veicoli e/o trasporti eccezionali" identifica Via Borgo Palazzo, nel tratto compreso tra Via Delle Valli ed il Comune di Seriate, come un itinerario da garantire.

Una rotonda così come indicata nell'allegato B della predetta delibera, in un ambito fortemente urbanizzato come quello in esame, non può essere inserita se non modificando radicalmente le aree contermini, come evidenziato nell'immagine seguente.

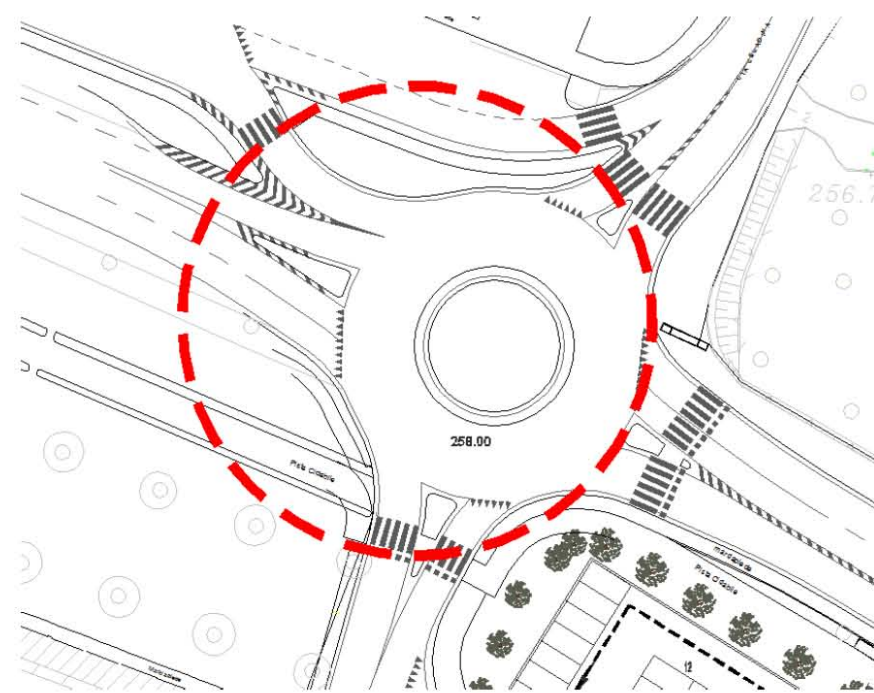


Figura 15 – DCR n10 – Caratteristiche rotonde interessate da TE – Inserimento contesto

Scopo delle verifiche effettuate è definire la possibilità di consentire il transito dei TE con una configurazione geometrica differente. Il progetto potrà recepire, inoltre, le seguenti indicazioni: messa in opera di segnaletica dotata di snodi per consentire la rotazione della stessa o la rimozione in caso di necessità; isole con cordoli sormontabili.

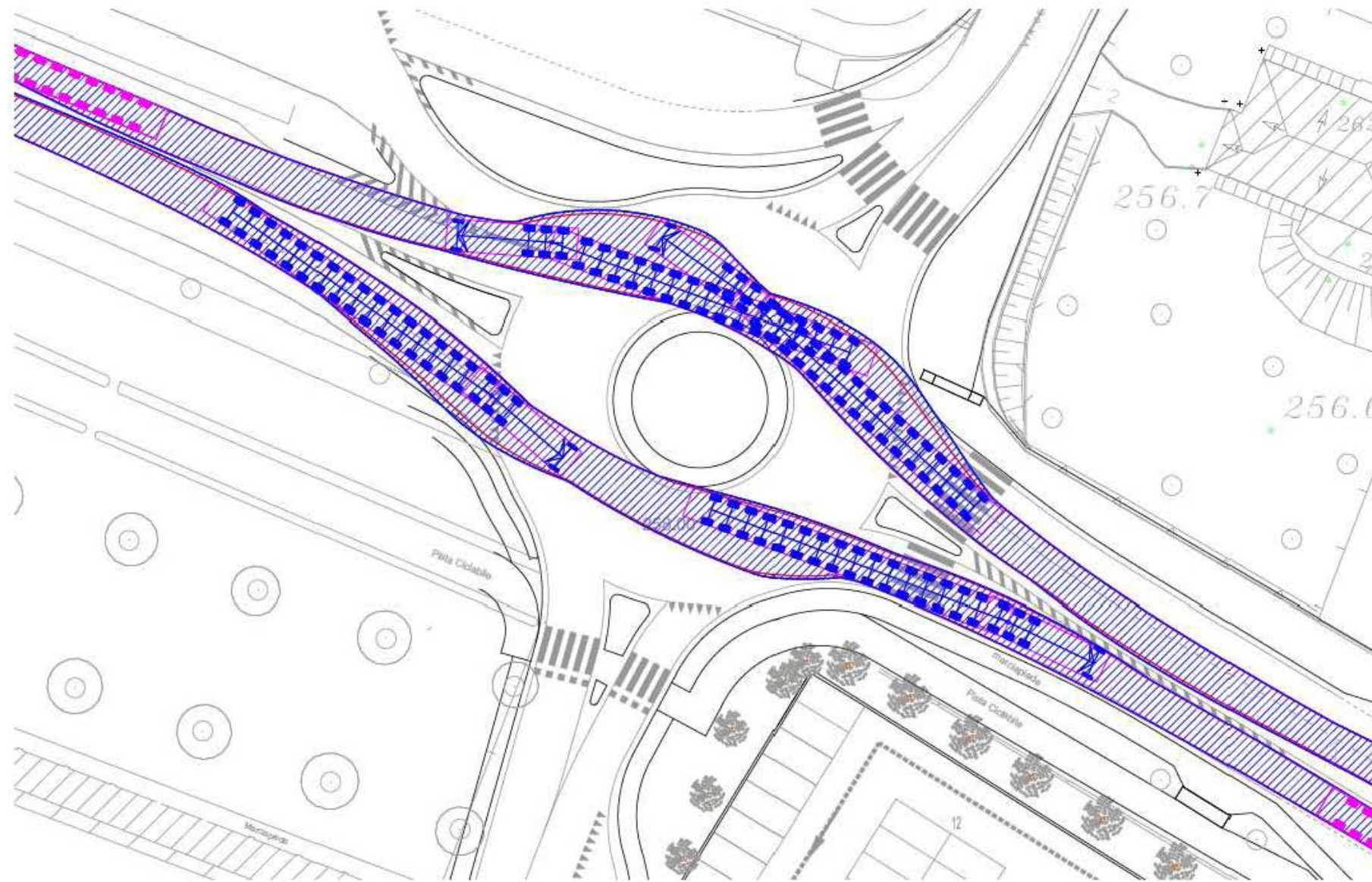


Figura 16 – Verifica dinamica manovre – TE 2,60 metri x 36,00 metri



Figura 17 – Verifica dinamica manovre – TE 30,00 metri x 36,00 metri

## 6 INDICI

### 6.1 INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – ROTATORIA VIA ROVELLI – SOVRAPPOSIZIONE CON PROGETTO AMMINISTRAZIONE .....	5
FIGURA 2 – ROTATORIA VIA ROVELLI – COMPATIBILITÀ CON ITINERARIO VERSO VIA LUNGA .....	5
FIGURA 3 – ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO – ATTRAVERSAMENTI PREVISTI .....	6
FIGURA 4 – ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO – DIMENSIONAMENTO .....	7
FIGURA 5 – ROTATORIA VIA BORGO PALAZZO – ATTRAVERSAMENTO CONTROSTRADA NORD .....	7
FIGURA 6 – ROTATORIA VIA ROVELLI – DIMENSIONAMENTO .....	8
FIGURA 7 – DIMENSIONI AUTOARTICOLATO .....	9
FIGURA 8 – DIMENSIONI TE .....	9
FIGURA 9 – DIMENSIONI TE .....	9
FIGURA 10 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI .....	10
FIGURA 11 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI .....	11
FIGURA 12 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI .....	12
FIGURA 13 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – AUTOARTICOLATO 16,5 METRI .....	13
FIGURA 14 – DCR N10 – CARATTERISTICHE ROTATORIE INTERESSATE DA TE .....	14
FIGURA 15 – DCR N10 – CARATTERISTICHE ROTATORIE INTERESSATE DA TE – INSERIMENTO CONTESTO .....	14
FIGURA 16 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – TE 2,60 METRI X 36,00 METRI .....	15
FIGURA 17 – VERIFICA DINAMICA MANOVRE – TE 3,00 METRI X 38,00 METRI .....	16

## SOMMARIO

PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DELL'ASSETTO FOGNARIO ATTUALE.....	3
DESCRIZIONE DELL'ASSETTO FOGNARIO DI PROGETTO.....	4
VERIFICA IDRAULICA DEI TRATTI DI FOGNATURA.....	4
CONCLUSIONI.....	7

## ALLEGATI

- AII. 1 – Estratto cartografico BAS S.I.I. - Uniacque – planimetria stato di fatto reti idrica e fognaria
- AII. 2 – Estratto cartografico BAS S.I.I. - Uniacque – dettaglio rilievo planialtimetrico dei pozzetti d'ispezione fognaria
- AII. 3 - Planimetria di progetto - rete fognaria
- AII. 4 - Profili longitudinali delle condotte in progetto
- AII. 5 - Sezione stradale tipo

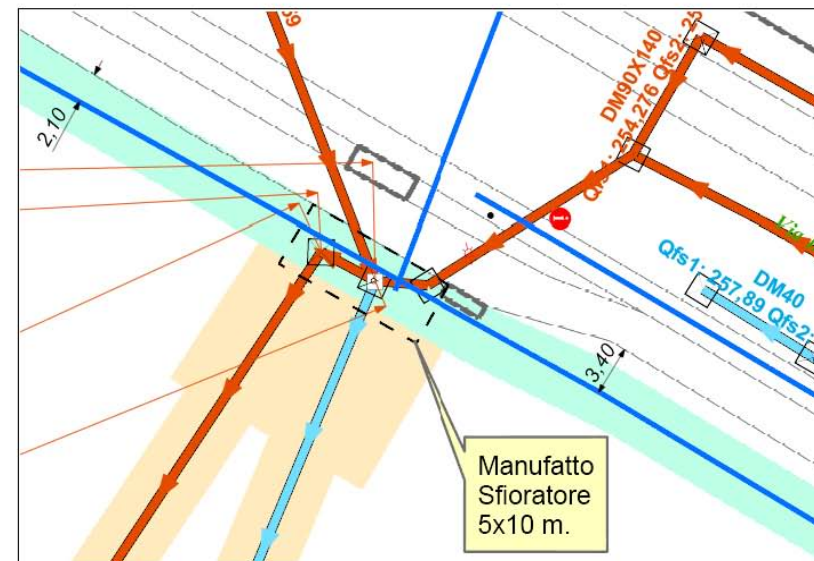
## PREMESSA

Lo scrivente ha ricevuto incarico dagli architetti P.Valicenti e A.Gobbi di procedere ad una verifica idraulica preliminare di fattibilità riguardo alla deviazione di due collettori fognari delle acque nere e bianche di sfioro nell'ambito delle opere previste dal piano di attuazione in oggetto. Acquisiti i rilievi relativi allo stato di fatto della rete sono stati condotti i calcoli di verifica.

## DESCRIZIONE DELL'ASSETTO FOGNARIO ATTUALE

L'area oggetto di studio, sita in Bergamo, quartiere Celadina, compresa tra le vie Borgo Palazzo e Pietro Rovelli, è attualmente adibita ad area parcheggio per una superficie complessiva di circa 23000 mq.

Al confine nord dell'area in esame con la via Borgo Palazzo confluiscono tre rami fognari di acque miste, prima a due collettori in gres ovoidali di misure 150x100 cm e 140x90cm, quindi ad un manufatto sfioratore. Da questo si dipartono verso sud-ovest, attraversando l'area piazzale, un unico collettore fognario per le acque nere in gres, ovoidale di misure 150x100 cm ed un collettore dedicato alle acque bianche di sfioro di sezione circolare in calcestruzzo, di diametro 70 cm. BAS-UNIACQUE ha fornito lo schema quotato riportato in allegato n.2, approssimativo per quanto riguarda la disposizione dei pozzetti d'ispezione in corrispondenza del manufatto sfioratore, meglio visibile nell'estratto riportato nell'immagine seguente (si può notare infatti che la quota di fondo tubo al pozzetto n. 127, all'estremità sinistra dello sfioratore, non può che riferirsi in realtà al collettore di sfioro. Assumeremo pertanto per le valutazioni seguenti la quota minima evidenziata al pozzetto n.128 come quota di fondo tubo del collettore delle acque nere in uscita dal manufatto sfioratore.



## Comune di Bergamo PIANO ATTUATIVO UMI2 – AMBITO ATE/Is27



## RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE E NERE

MARZO 2014

IL TECNICO: Dott. Ing. Anselmo Greco

Firmato digitalmente da  
Dott. Ing. ANSELMO GRECO  
C.N. n. 0180/2008  
O.C. n. 0180/2008  
della Provincia di Bergamo  
Seriale n. 0180/2008/25794D  
C = IT

## DESCRIZIONE DELL'ASSETTO FOGNARIO DI PROGETTO

Al fine di deviare i collettori principali delle acque nere e bianche di sfioro sul lato ovest dell'attuale piazzale adibito a parcheggio, in corrispondenza di una nuova via di connessione stradale tra la via Borgo Palazzo e Rovelli, è necessario, come visibile nella planimetria dell'allegato n.3:

- deviare la confluenza dei collettori fognari a monte dell'attuale sfioratore verso l'angolo nord-ovest del piazzale;
- realizzare un nuovo manufatto sfioratore all'angolo nord-ovest del piazzale parcheggio;
- realizzare due nuovi collettori fognari dedicati alle acque nere e bianche di sfioro in uscita dal nuovo sfioratore e recapitanti a sud del piazzale rispettivamente presso la fognatura acque nere di via Rovelli (pozzetto BAS-UNIACQUE n.125) e presso la roggia Urganana, nella quale le acque vengono già attualmente recapitate.

Dall'ente gestore delle rete fognaria è indicato l'utilizzo, per i nuovi collettori, unicamente di tubazioni in calcestruzzo di sezione circolare. Le stesse dovranno garantire portate d'esercizio superiori alle attuali, calcolate le nuove scabrezze e pendenze di posa. Allo stato di avanzamento attuale della progettazione non si procede ad un dimensionamento specifico dello sfioratore, che manterrà in prima approssimazione le caratteristiche attuali. La quota di fondo tubo tra il collettore delle acque bianche e quello delle acque nere manterrà in prima approssimazione una differenza pari alla differenza di diametro tra le due tubazioni per un ipotetico raggiungimento contemporaneo del completo riempimento.

## VERIFICA IDRAULICA DEI TRATTI DI FOGNATURA

Con riferimento numerazione dei pozzetti utilizzata da BAS-UNIACQUE (v. allegati 1 e 2), le caratteristiche rilevate per i tratti di fognatura allo stato attuale sono i seguenti:

### Tratti di fognatura attuali – caratteristiche

COLLETT.	TRATTO (pozzetti)	Quote f.t.[m]		Lungh. [m]	Pend. %	MATERIALE /SEZIONE	DIAMETRO NOM. [cm]
		iniziale	finale				
Miste M1	Pxx-P127	254,5	254,249	50	0,50	CLS/circol.	70
Miste M2	P129-P130	253,899	253,748	4	3,78	GRES ovoidale	135/90
Miste M2	P130-P128	253,748	253,648	4	2,50	GRES ovoidale	135/90
Nere N3	P128-P126	253,648	253,186	164	0,28	GRES ovoidale	150/100
Nere N3	P126-P125	253,186	252,976	38	0,55	GRES ovoidale	150/100
Bianche B1	P127-roggia	254,149	253,3	183	0,46	CLS/circol.	70

Si nota in generale una disomogeneità tra le pendenze, in ogni caso comprese tra valori idonei alla funzione. Per il collettore delle acque miste M1 in ingresso allo sfioratore la pendenza, in assenza di una quota misurata al pozzetto di monte, è stata ricondotta ad un valore ragionevole, risultando la stessa ininfluente sulle valutazioni successive.

I calcoli di verifica nei rami di fognatura sono stati effettuati su foglio di calcolo mediante l'applicazione della formula di Chezy per il moto turbolento, secondo cui:

$$Q \dot{=} A \dot{s} \frac{1}{n} R^{2/3} \dot{s} i^{1/2}$$

dove A rappresenta l'area della sezione, n l'indice di scabrezza di Manning, R il raggio idraulico, i la pendenza. A tutti i tratti considerati è stato attribuito un indice di scabrezza (n di manning) riferibile a condotte in cemento e gres in buone condizioni al fine di indagarne il funzionamento in ipotetiche condizioni ottimali, di riferimento per il progetto dei nuovi collettori. Per i collettori ovoidali si è ipotizzata la sezione "vecchio inglese", alla quale risultano conformi i rapporti altezza/larghezza. Alla tabella seguente il calcolo delle portate dei collettori per diametri e gradi di riempimento significativi.

CAPACITA' IDRAULICA DEI COLLETTORI IN CLS sez. circolare – stato di fatto						
DN [m]	i% [m/m]	n (Manning) adim	riemp. in h% [m]	h riemp. [m]	Franco [m]	Q Chezy [l/s]
0,700	0,00502	0,0130	71,43	0,50	0,20	1088,54
0,700	0,00464	0,0130	71,43	0,50	0,20	1046,46
franco minimo = 20cm per DN>40cm						

CAPACITA' IDRAULICA DEI COLLETTORI IN GRES SEZ. OVALE – stato di fatto							
DN (largh.) [m]	DN (h) [m]	i [m/m]	n (Manning) adim	riemp. in h% [m]	h riemp. [m]	Franco [m]	Q Chezy [l/s]
0,900	1,350	0,025	0,0130	0,47	0,63	0,72	1719,47
0,900	1,350	0,038	0,0130	0,47	0,63	0,72	2112,92
1,000	1,500	0,003	0,0130	0,87	1,30	0,20	2068,03
1,000	1,500	0,006	0,0130	0,87	1,30	0,20	2896,51
franco minimo = 20cm per DN>40cm							

Per tutti i tronchi fognari in esame è stato adottato un grado massimo di riempimento tale da garantire un franco di 20 cm rispetto alle condizioni di completo riempimento della sezione. Nella tabella precedente, constatata preliminarmente una portata in ingresso allo sfioratore (collettori acque miste M1+M2) potenzialmente molto superiore che in uscita (collettori nere N3+bianche B1) è stato indagato un grado di riempimento approssimativo per i collettori in entrata, tali da eguagliare la portata massima di progetto in uscita, come riportato alla tabella seguente, costituendo un riferimento vincolante per le successive valutazioni.

TABELLA DELLE PORTATE E CONFLUENZE – STATO DI F.				
Rami Collettori	Ingresso sfioratore M1	M2	Uscita sfioratore N3 B1	
Q l/s	1088,54	2854,43	2896,51	1046,46
Q cumulata l/s	3942,97		3942,97	

Individuato il possibile nuovo assetto della rete fognaria, riportato in allegato n.3, e ipotizzati i nuovi collettori in calcestruzzo a sezione circolare di diametro nominale 100 cm per B1 delle acque bianche (70 cm l'esistente) e 120 cm per l'N3 delle acque nere (ovoidale 100 x 150 cm l'esistente) le caratteristiche dei tratti risultano essere quelle riportate alla tabella seguente.

COLLETT.	TRATTO	Quote f.t.[m]		Lungh. [m]	Pend. %	MATERIALE /SEZ.	DIAMETRO NOM. DN[cm]
		iniziale	finale				
M1 new	Pxx-N.S.	254,50	253,53	31	3,14	CLS/circol.	100
M2 new	P128-N.S.	253,65	253,53	40,6	0,30	CLS/circol.	120
N3 new	N.S.N3.1	253,53	253,45	25,71	0,28	CLS/circol.	120
N3 new	N3.1-N3.2	253,45	253,31	49,74	0,28	CLS/circol.	120
N3 new	N3.2-N3.3	253,31	253,16	54,11	0,28	CLS/circol.	120
N3 new	N3.3-N3.4	253,16	253,03	49,01	0,28	CLS/circol.	120
N3 new	N3.4-P125	253,03	252,98	17,37	0,28	CLS/circol.	120
B new	N.S.-B1.1	253,73	253,61	24,85	0,46	CLS/circol.	100
B new	B1.1-B1.2	253,61	253,38	49,58	0,46	CLS/circol.	100
B new	B1.2-B1.3	253,38	253,14	52,81	0,46	CLS/circol.	100
B new	B1.3-B1.4	253,14	252,92	48,83	0,46	CLS/circol.	100
B new	B1.4-roggia	252,92	252,77	32,81	0,46	CLS/circol.	100

La pendenza del collettore fognario delle acque miste M2 in ingresso allo sfioratore è stata imposta ad uno 0,3 %, prossima a quella del collettore delle acque nere in uscita dallo sfioratore N3, valori idonei alla funzione. Per il collettore delle acque miste M1 in ingresso allo sfioratore la pendenza ipotizzata aumenta lievemente rispetto a quella dello stato attuale.

I calcoli di verifica, effettuati come per lo stato di fatto, resituiscono i risultati riportati alla tabella seguente, per il grado di riempimento tale da mantenere un franco minimo di 20 cm

CAPACITA' IDRAULICA DEI COLLETTORI in entrata allo sfioratore – PROGETTO						
DN [m]	i% [m/m]	n (Manning) adim	riemp. in h%	h riemp. [m]	Franco [m]	Q Chezy [l/s]
0,700	0,031	0,0130	71,43	0,50	0,20	2723,01
1,200	0,003	0,0130	83,33	1,00	0,20	4414,66
TOT entrata						7137,67

CAPACITA' IDRAULICA DEI COLLETTORI in entrata allo sfioratore – PROGETTO						
DN [m]	i% [m/m]	n (Manning) adim	riemp. in h%	h riemp. [m]	Franco [m]	Q Chezy [l/s]
1,000	0,005	0,0130	80,00	0,80	0,20	3244,75
1,200	0,003	0,0130	83,33	1,00	0,20	4264,97
TOT uscita						7509,72
						+210,07%
						+47,24%
						+90,46%

Si può notare un notevole miglioramento della capacità dei collettori, in particolare per quello dedicato alle acque bianche di sfioro, che potranno essere quindi notevolmente incrementate rispetto allo stato di fatto mantenendo a piacimento una quota di sfioro che potrà essere fissata in fase di progettazione più avanzata. Rimangono buoni margini operativi per eventuali variazioni delle quote di fondo che dovessero rendersi necessarie in fase di progettazione più avanzata.

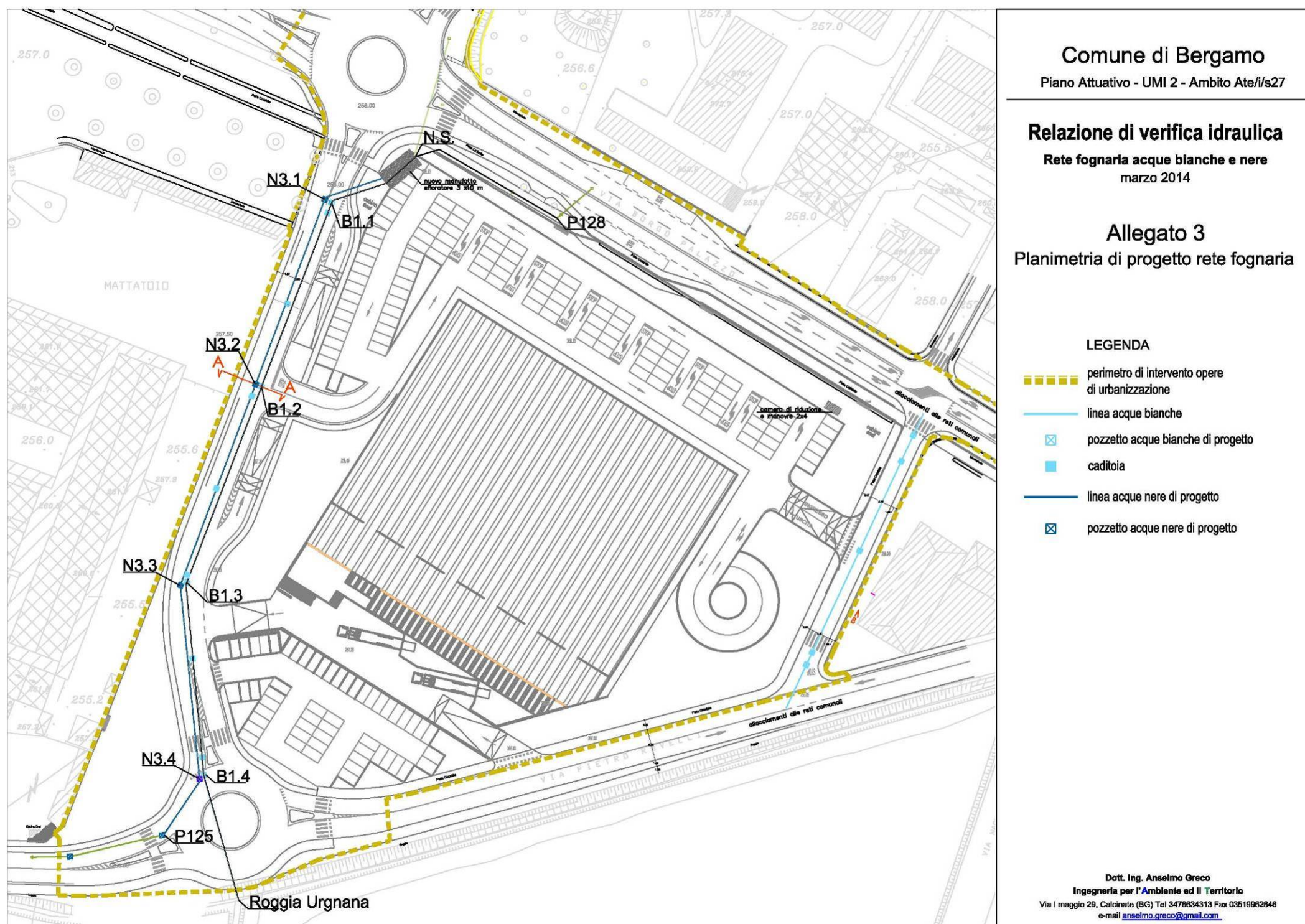
## CONCLUSIONI

Le risultanze della verifica idraulica effettuata sulla rete fognaria in esame allo stato di fatto ed in progetto, permettono di trarre le seguenti conclusioni:

- 1) Allo stato di fatto i tratti fognari esaminati a monte e valle del manufatto sfioratore presentano una capacità massima di portata, limitata dai collettori in uscita dal manufatto, pari a circa 2900 l/s per le acque nere (collettore ovoidale N3 in gres 100x150 cm – pendenza prevalente 0,3 % con tratto finale 0,55%) e di circa 1050 l/s per il collettore acque bianche derivate (collettore circolare B1 in cls  $\Phi$ 70cm – pendenza 0,4-0,5%);
- 2) La possibile deviazione dei percorsi a lato del piazzale con il riposizionamento del manufatto sfioratore ed il ridimensionamento dei collettori in uscita, oltre a non ridurre le portate di deflusso, consentirebbero un efficientamento complessivo del sistema riducendo le brusche immissioni e curve repentine presenti allo stato di fatto, permettendo la razionalizzazione del funzionamento del manufatto sfioratore e aumentando le portate potenzialmente defluenti in uscita dal manufatto, fino a circa 4260 l/s per le acque nere (+47% di portata - collettore a sezione circolare N3 in calcestruzzo  $\Phi$ 120cm – pendenza costante 0,28%) ed a circa 3240 l/s per il collettore acque bianche derivate (+ 210% di portata - collettore circolare B1 in cls  $\Phi$ 100cm – pendenza 0,4-0,5%);

A favore di sicurezza non sono stati considerati gli apporti meteorici provenienti dai circa 23000 mq di piazzale attualmente raccolti dal collettore di sfioro B1 in calcestruzzo  $\Phi$ 70cm ed in progetto raccolti da apposita vasca per la cessione laminata in rete. Rimangono buoni margini operativi per eventuali variazioni delle quote di fondo che dovessero rendersi necessarie in fase di progettazione più avanzata.





Comune di Bergamo  
Piano Attuativo - UMI 2 - Ambito Ate/i/s27

Relazione di verifica idraulica  
Rete fognaria acque bianche e nere  
marzo 2014

Allegato 4  
Sezioni longitudinali

PROFILO LONGITUDINALE  
ACQUE BIANCHE

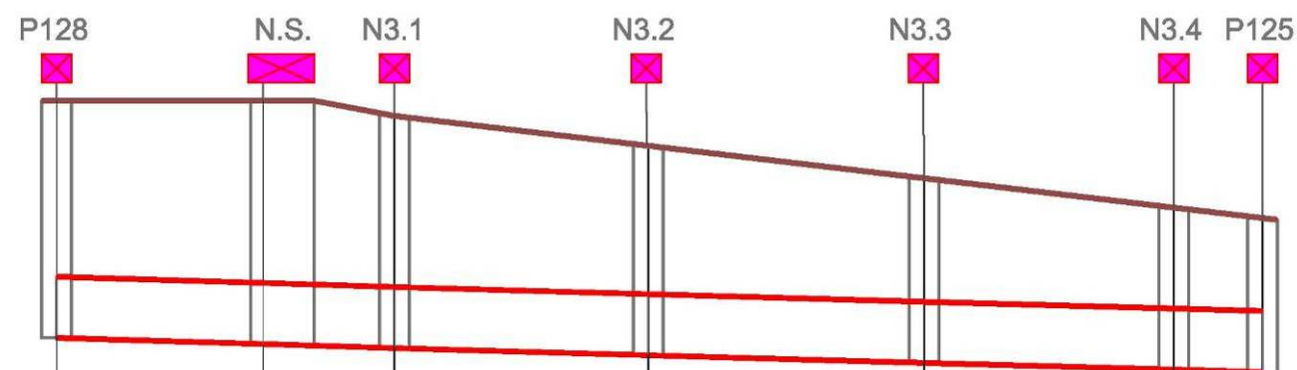
profilo strada / terreno  
profilo condotta acque bianche



PENDENZA COLLETTORE / DN TUBAZIONE	0,46%/DN120		0,46%/DN120		0,46%/DN120		0,46%/DN120		0,46%/DN120	
DISTANZA PARZIALE	24,85		49,58		52,81		48,83		32,81	
DISTANZA PROGRESSIVA	0,00	24,85	74,43	127,24	176,07	208,88				
QUOTE ALTIMETRICHE STRADA/TERRENO	258,3	258,00	257,41	256,78	256,20	252,76				
QUOTE ALTIMETRICHE FONDO TUBO	253,73	253,61	253,38	253,14	252,92	252,76				
DISLIVELLO STRADA / FONDO TUBO	- 4,57	- 4,39	- 4,03	- 3,64	- 3,86	0,00				

PROFILO LONGITUDINALE  
ACQUE NERE

profilo strada / terreno  
profilo condotta acque nere



PENDENZA COLLETTORE / DN TUBAZIONE	0,3%/DN120		0,28%/DN120		0,28%/DN120		0,28% / DN120		0,28%/DN120	
DISTANZA PARZIALE	40,6		25,71		49,74		54,11		17,37	
DISTANZA PROGRESSIVA	0,00	40,6	66,31	116,05	170,16	219,17	236,54			
QUOTE ALTIMETRICHE STRADA/TERRENO	258,3	258,3	258,00	257,41	256,78	256,20	256,00			
QUOTE ALTIMETRICHE FONDO TUBO	253,65	253,53	253,45	253,31	253,16	253,03	252,98			
DISLIVELLO STRADA / FONDO TUBO	- 4,65	- 4,77	- 4,55	- 4,10	- 3,62	- 3,17	- 3,02			

Dott. Ing. Anselmo Greco  
Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio  
Via I maggio 28, Calcinato (BG) Tel 3478634313 Fax 03519962846  
e-mail [anselmo.greco@gmail.com](mailto:anselmo.greco@gmail.com)

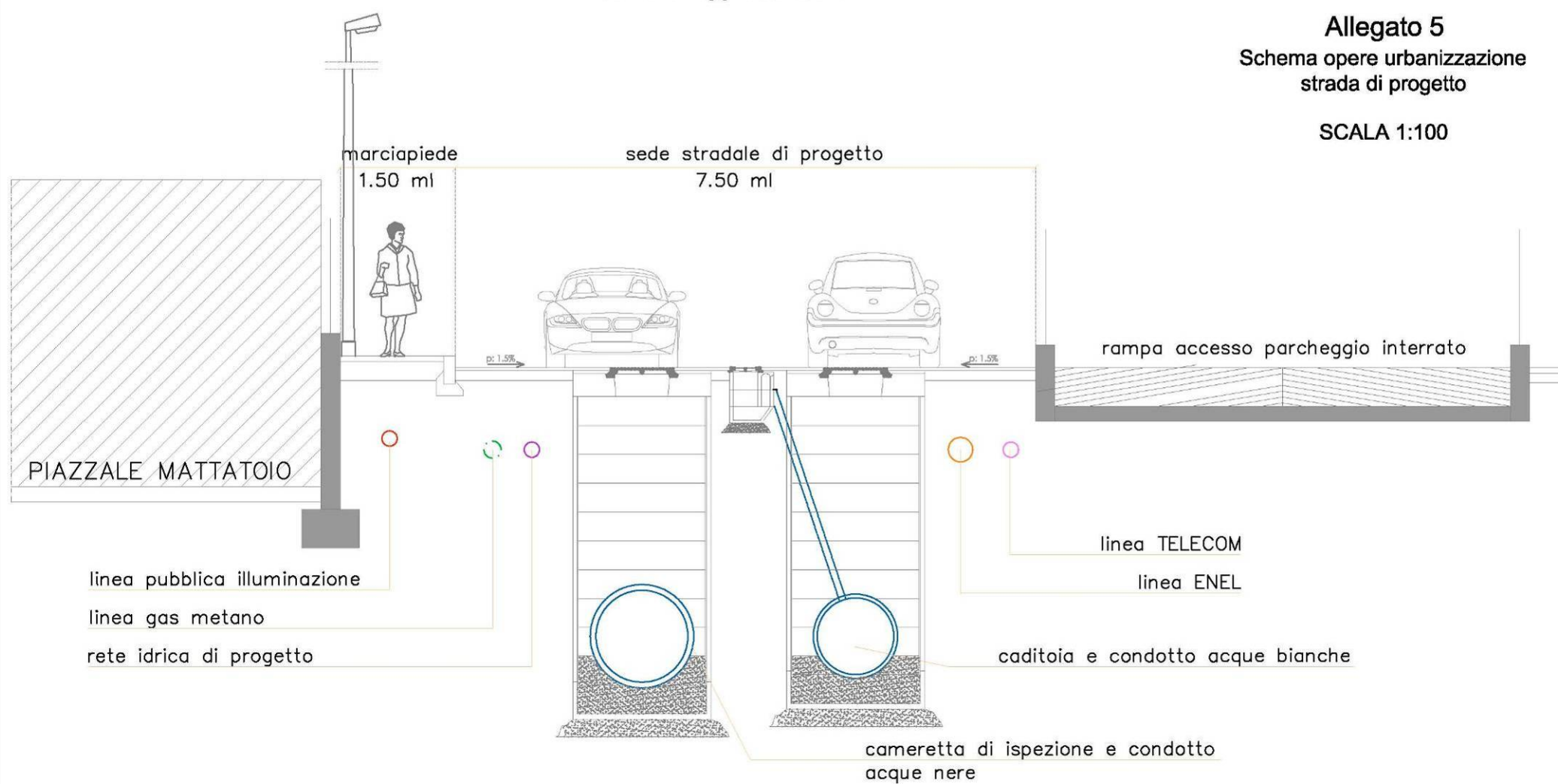
Comune di Bergamo  
Piano Attuativo - UMI 2 - Ambito Ate/i/s27

**Relazione di verifica idraulica**  
Rete fognaria acque bianche e nere  
marzo 2014

**Allegato 5**  
Schema opere urbanizzazione  
strada di progetto

SCALA 1:100

**Sezione rappresentativa A-A**



Dott. Ing. Anselmo Greco  
Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio  
Via I maggio 29, Calcinato (BG) Tel 3476634313 Fax 03519962646  
e-mail [anselmo.greco@gmail.com](mailto:anselmo.greco@gmail.com)