

ACCORDO OPERATIVO

ai sensi dell'art. 38 della L.R. 24/2017 - Ambito produttivo APS.i e APS.t1
CERAMICHE ATLAS CONCORDE S.P.A. - FLORIM CERAMICHE S.P.A.

COMMITTENTE

CERAMICHE ATLAS CONCORDE SPA
 Headquarter via Canaletto 141
 Fiorano Modenese (MO)
 C.F. e P.IVA 01282550365



COMMITTENTE

FLORIM CERAMICHE SPA
 Headquarter via Canaletto 24
 Fiorano Modenese (MO)
 C.F. e P.IVA 01265320364



COORDINAMENTO DI PROGETTO E PROGETTAZIONE URBANISTICA

aTEAM Progetti Sostenibili
 Ing. Francesco Bursi
 Via Torre 5 - 41121 Modena
 email: info@ateamprogetti.com
 tel. +39 059 7114689



CONSULENZA IDROGEOLOGICA

Dott. Geol. Valeriano Franchi
 Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena
 email: valeriano.franchi@ateamprogetti.com
 tel. +39 059226540

PROGETTAZIONE VIABILITA'

Ingegneri Riuniti
 Ingegneria architettura ambiente
 Via G. Pepe 15 - 41126 Modena
 email: commerciale@ingegneririuniti.it
 tel. +39 059 335208



CONSULENZA ACUSTICA E QUALITA' DELL'ARIA

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



NOME FILE:		ELABORATO DA:	APPROVATO DA:	OGGETTO:
AO_Relazione Idraulica		VF	FB	Accordo Operativo ai sensi dell'art. 38 della L.R. 24/2017
CARTELLA:			PROTOCOLLO:	TITOLO ELABORATO:
101. AC. 14			101	Relazione Idraulica
REV.	DATA	NOTE		
01	02.11.2020			
02	07.05.2021	Integrazione a sostituzione della precedente		
CODICE ELABORATO:		D4		
SCALA:		DATA:		○
---		07.05.2021		

Dott. Geol. Valeriano Franchi
V.le Caduti in Guerra, 1 – 41121 Modena
Tel: 059-226540
e-mail: valerianofranchi@tin.it

RELAZIONE IDRAULICA

SOMMARIO

PREMESSA	3
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO.....	5
2. IDROGRAFIA	7
3. IL PROGETTO	10
4. PRINCIPALI PUNTI DI RECAPITO DELLA RETE DI SCOLO DELLE ACQUE BIANCHE NEL RIO SPEZZANO.....	11
5. RETE DI RACCOLTA ED ALLONTAMANTEO DELLE ACQUE	20
5.1. Sub-comparto Atlas Concorde.....	20
5.2. Sub-comparto Florim	23
5.3. Viabilità e parcheggio pubblico.....	24
6. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI.....	24
6.1. Ietogramma sintetico di progetto tipo Chicago.....	26
6.2. Ietogramma di pioggia netto	27
6.3. Determinazione del tempo di corrivazione.....	30
6.4. Trasformazione afflussi-deflussi	31
7. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE	33
7.1. Dimensionamento dei condotti – sub-comparto Atlas.....	33
7.2. Dimensionamento sistemi di laminazione.....	34
7.2.1. Sub-comparto Atlas	35
7.2.2. Sub-comparto Florim	39
7.2.3. Viabilità e parcheggio pubblico	40
7.3. Dimensionamento attraversamento stradale e tombinamento del Rio Spezzano.....	41

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le valutazioni di natura idraulica funzionali alla definizione della soluzione progettuale del sistema di drenaggio urbano delle acque meteoriche e di raccolta e smaltimento delle acque reflue a servizio di un'area oggetto di Accordo Operativo tra la proprietà Ceramiche Atlas Concorde S.p.A. e Florim S.p.A. ed il Comune di Fiorano Modenese. La zona in esame è ubicata nell'area verde delimitata ad ovest da Via del Canaletto, a nord da Via Montegrappa, ad est da Via Giardini e sud dalla Strada Pedemontana.

Il progetto di trasformazione dell'area oggetto di Accordo Operativo, prevede la realizzazione di una nuova strada di collegamento tra via Giardini e via Canaletto, alle quali si congiungerà mediante una nuova rotatoria su via Giardini e in corrispondenza dell'attuale rotatoria su via Canaletto, e la realizzazione di nuovi capannoni in ampliamento degli stabilimenti ceramici Atlas Concorde che già si sviluppa sul lato occidentale di via Canaletto, e Florim che già si sviluppa sul lato meridionale di Strada Pedemontana.

Le valutazioni di natura idraulica riguardanti l'area di Accordo Operativo sono state estese anche all'area che si trova a nord-est, denominata Area ex Fornace San Lorenzo, la cui riqualificazione sarà attuata con intervento diretto. Difatti, si è colta l'occasione per migliorare la gestione idraulica della zona, prevedendo di innestare il futuro sistema di raccolta e allontanamento delle acque dell'area San Lorenzo all'interno della rete fognaria che si realizzerà nell'area di Accordo Operativo di Atlas Concorde. Inoltre, nelle valutazioni idrauliche per il dimensionamento della vasca di laminazione è stato tenuto in considerazione anche il contributo di tale superficie.

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano del comparto in oggetto implicano la diversificazione dei deflussi delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica, così che le prime possano essere recapitate nella rete fognaria pubblica, e le ultime possano essere smaltite nella rete dei corsi d'acqua superficiali esistenti.

L'area in esame oggetto di Accordo Operativo può essere suddivisa in tre settori: la porzione settentrionale dell'area, posta a nord della nuova viabilità, corrisponde al comparto Atlas; la porzione meridionale, compresa tra la nuova viabilità e Strada Pedemontana, corrisponde al comparto Florim; la porzione centrale corrisponde alla nuova viabilità pubblica.

Si prevede quindi la realizzazione di tre reti separate afferenti ognuna ai tre settori nei quali sarà suddiviso il comparto, ciascuna composta da una coppia di reti, una per le acque nere e una per le acque bianche, a servizio del comparto di nuova urbanizzazione.

I recapiti delle reti individuati sono:

RELAZIONE IDRAULICA

- Acque bianche: Rio di Spezzano che attraversa l'area dell'Accordo, e più a nord confluisce nel Torrente Taglio per tutte e tre i settori; il fosso stradale esistente a lato di via Giardini per il solo tratto della rete a servizio della nuova rotonda su via Giardini;
- Acque nere: collettore fognario comunale presente lungo via Montegrappa, a nord.

Con lo scopo di realizzare un sistema di gestione delle acque meteoriche che sia in grado di contribuire al miglioramento dell'intero sistema di scolo delle acque bianche della zona nella quale si colloca l'intervento, è stata preventivamente ricostruita la configurazione del sistema fognario al contorno dell'area, con identificazione degli attuali contributi che riceve il Rio Spezzano, nonché i contributi futuri previsti da altri progetti di trasformazione limitrofi, provenienti sia dalle zone di monte (sud) sia da quelle di valle (nord) rispetto all'area in esame.

Sulla base di tali contributi ed in riferimento alle superfici previste dall'intervento in progetto, è stata prevista la realizzazione di tre diversi sistemi di laminazione delle acque meteoriche, ciascuno a servizio di ogni comparto: una vasca di laminazione delle acque meteoriche, da realizzarsi nella parte nord-occidentale del comparto Atlas Concorde; tre tubazioni sovradimensionate e uno scatolare da posizionarsi al contorno del futuro fabbricato Florim; una tubazione sovradimensionata da posizionarsi al di sotto della nuova strada pubblica.

Inoltre, nella presente relazione è stato definito l'assetto dell'intera nuova rete fognaria a servizio dell'area di Accordo Operativo e sono stati opportunamente dimensionati i collettori fognari in progetto e gli scarichi.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO

L'area in esame, sulla quale è prevista la realizzazione di due nuovi capannoni produttivi, uno per Ceramiche Atlas Concorde S.p.A. e uno per Florim S.p.A., dista circa 3 km, in direzione NE, del centro di Fiorano Modenese (MO), ed è compresa all'interno del perimetro stradale delineato da Via del Canaletto, ad ovest, Via Montegrappa, a nord, Via Giardini ad est dalla Strada Pedemontana, a sud. Dal punto di vista topografico si trova in corrispondenza di un'ampia area pianeggiante, di transizione fra la collina e l'alta pianura, sub-orizzontale, con una debole pendenza verso N, e con quote che, in corrispondenza dell'area, sono prossime a 111 m s.l.m.

Il sistema idrografico naturale è rappresentato principalmente dal torrente Fossa di Spezzano e dal Torrente Grizzaga, che scorrono, rispettivamente, con direzione S-N circa 1 km ad ovest dell'area e con direzione SO-NE circa 2 km ad est. Il corso d'acqua più prossimo, che interseca l'area in esame sul lato occidentale, è invece il Rio di Spezzano, che scorre parallelo a Via del Canaletto, ancorché tombato all'interno del comparto.

Il clima è caratterizzato, nel periodo 1991-2015, da precipitazioni totali annue, in media, di 724 mm e temperature medie annue di 14,3°C¹, pari, rispettivamente, ad una variazione di -11 mm e +1,4°C rispetto al periodo 1961-1990.

Nella cartografia regionale, l'area è compresa nella Tavola alla scala 1:25.000 nr. 219NE denominata "Formigine" (Figura 1), nella Sezione alla scala 1:10.000 nr. 219070 denominata "Maranello" e nell'Elemento alla scala 1:5.000 nr. 219074 denominato "Maranello" (Figura 2).

¹ Atlante Idroclimatico dell'Emilia-Romagna:
https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3811&idlivello=1591

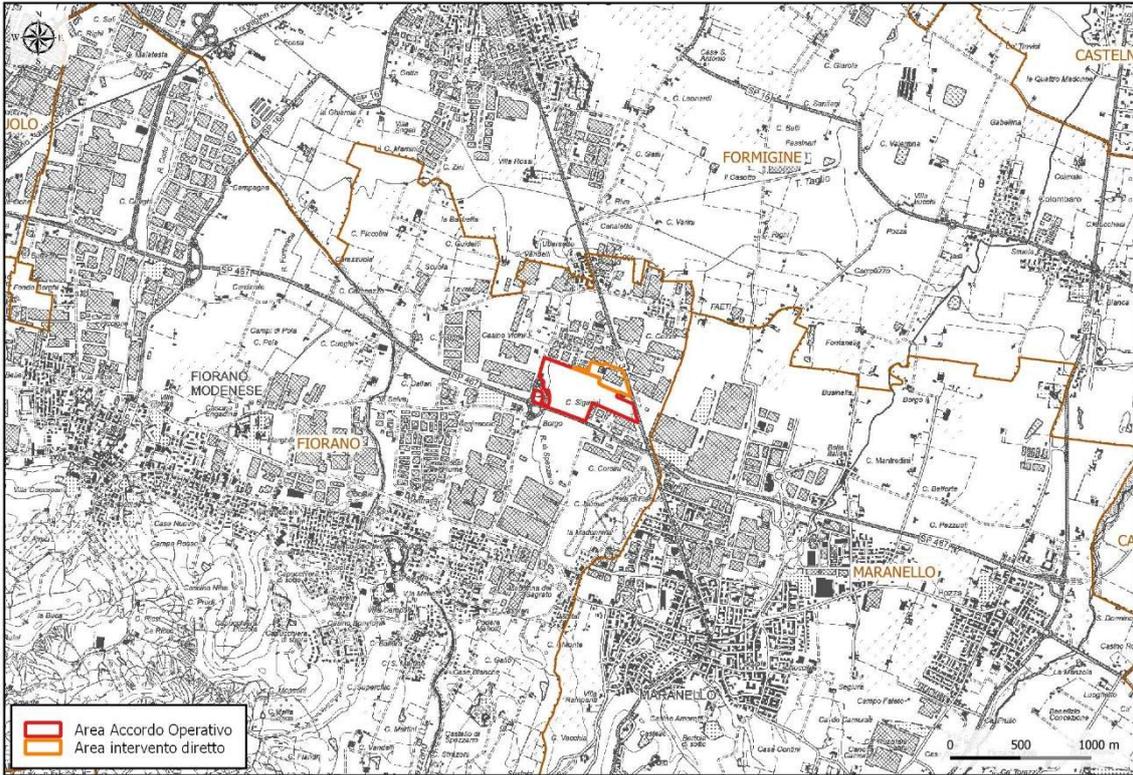


Figura 1 - Inquadramento geografico su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:25.000 – Tavola nr. 219NE denominata “Formigine”.

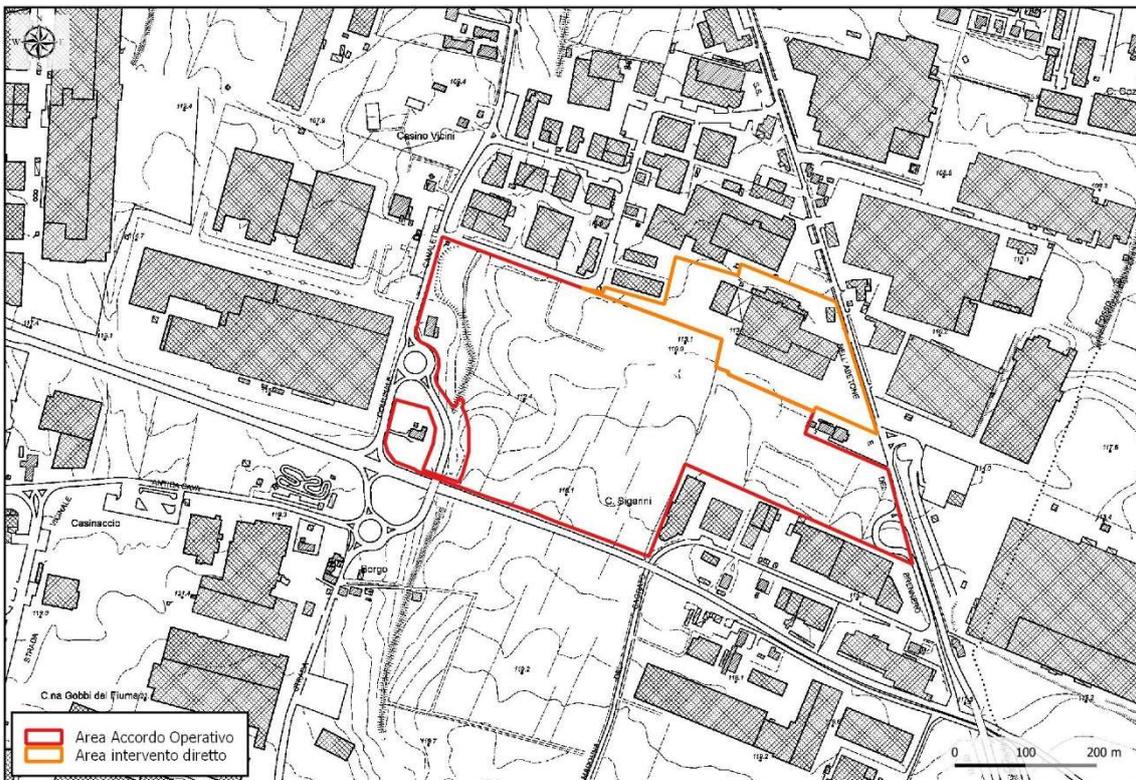


Figura 2 - Ubicazione dell'area d'indagine su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:5.000 – Elemento nr. 219074 denominato “Maranello”.



Figura 3 - Ubicazione dell'area d'indagine su ortofoto satellitare (fonte: Google satellite 2019).

2. IDROGRAFIA

La zona ricade nell'alta pianura modenese ai piedi delle prime ondulazioni appenniniche che si estendono verso i quadranti meridionali, collocata tra i due principali fiumi modenesi, il Secchia ad ovest ed il Panaro ad est, distanti rispettivamente 6,5 km e 11-12 km.

I corsi d'acqua più vicini all'area in esame sono rappresentati dai torrenti e rii che incidono le valli appenniniche secondarie e sboccano in pianura proprio in corrispondenza degli abitati di Fiorano Modenese e Maranello, tra i quali si individuano la Fossa di Spezzano, il Rio Spezzano e il Torrente Grizzaga.

La Fossa di Spezzano nasce nei quadranti meridionali, nel comune di Serramazzoni, e drena le acque dei territori collinari e di pianura che attraversa, tra cui Prignano sulla Secchia, Maranello, Fiorano Modenese, Sassuolo e Formigine, ove termina il suo corso sfociando nel Fiume Secchia a Magreta, in località Colombarone. La Fossa scorre a circa 1 km di distanza ad ovest dall'area in esame e, dopo aver tagliato l'abitato di Fiorano Modenese, all'altezza della Strada Pedemontana devia il suo tracciato verso nord-ovest.

Il Rio Spezzano incide una piccola vallecola posta ad est rispetto alla valle incisa dalla Fossa di Spezzano e inizialmente ricalca il confine comunale tra Fiorano Modenese e Maranello. Dopo un primo tratto con direzione principale sud-nord, il corso del Rio devia prima verso ovest poi verso nord ed inizia il suo corso prevalentemente tombato al di sotto della zona industriale ad est di Fiorano. A sud dell'area in esame, il Rio Spezzano scorre interrato sotto lo stabilimento della ceramica Florim, quindi sfocia all'interno del bacino di laminazione creato proprio in corrispondenza del suo corso, dove riceve anche le acque meteoriche provenienti dalla dorsale fognaria che scorre tombata lungo via del Canaletto. In uscita dal bacino di laminazione, il Rio scorre all'interno di uno scatolare di dimensioni 2x2 m e lunghezza di circa 200 m, realizzato recentemente in concomitanza ai lavori di ampliamento della ceramica Florim, nel quale vengono scaricate anche le acque del nuovo capannone. Il corso passa quindi al di sotto della Strada Pedemontana ed entra all'interno del comparto in esame dove attraversa a cielo aperto la parte occidentale, da sud a nord. Il Rio continua a scorrere in parte tombato e in parte a cielo aperto sino oltre la zona urbanizzata di Fiorano, ove devia il suo corso verso est prendendo il nome di Torrente Taglio, ad indicare proprio la deviazione che fu effettuata storicamente sul corso d'acqua, che prima confluiva nel Torrente Cerca a Formigine, mentre oggi è deviato nel Torrente Grizzaga.

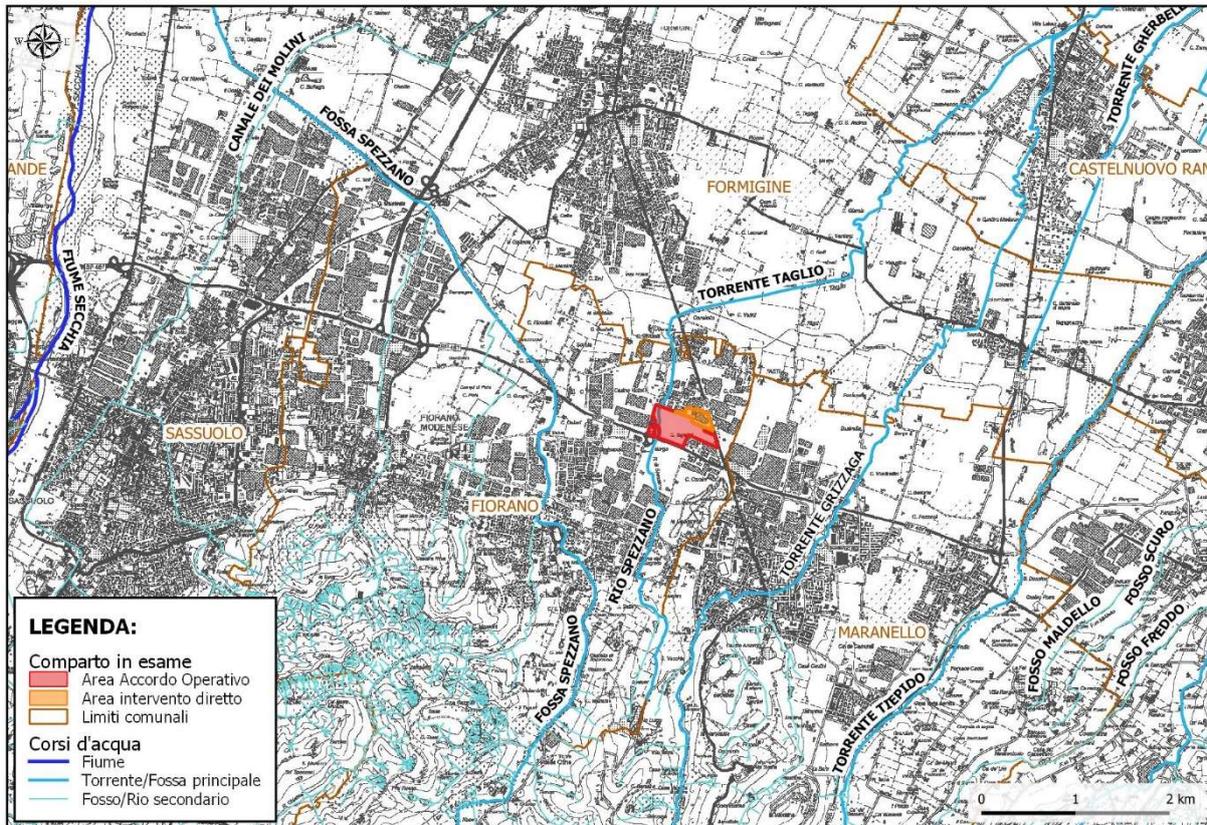


Figura 4 – Reticolo idrografico della zona di studio.

RELAZIONE IDRAULICA

Il Torrente Grizzaga proviene anch'esso dai quadranti meridionali ma scorre in Comune di Maranello, a circa 1,5 km di distanza in direzione est. Questo torrente riceve le acque del Torrente Taglio a nord del centro abitato di Castelnuovo Rangone, quindi prosegue il suo corso con direzione principale nord-est sino a confluire nel Fiume Panaro all'altezza di Modena.

Il Rio Spezzano interseca l'area in esame ed è stato individuato come recapito finale delle acque meteoriche raccolte dall'area in esame, è inoltre previsto venga tombato nella sua porzione più settentrionale interna al perimetro dell'Accordo per consentire la realizzazione di un parcheggio.

Il corso del Rio Spezzano entra nell'area in esame dell'Accordo Operativo nella zona sud orientale, a valle dell'attraversamento della Strada Pedemontana, ove esce da uno scatolare di 2x2 metri e devia prima verso est poi verso nord iniziando a scorrere in alveo naturale a cielo aperto. Il suo tracciato procede verso nord all'interno dell'attuale area verde per poi essere ritombato in corrispondenza di via Montegrappa.

RELAZIONE IDRAULICA



Foto 1 – Vista dello scatolare del rio Spezzano in corrispondenza dell'uscita dell'attraversamento di Strada Pedemontana, proveniente dallo stabilimento Florim (sullo sfondo).



Foto 2 – Zona sud-occidentale dell'area di Accordo Operativo; vista del tratto in cui il Rio Spezzano inizia il suo corso in alveo naturale a cielo aperto.



Foto 3 – Vista verso sud del corso del Rio Spezzano da via Montegrappa. Si prevede il tombamento di questo ultimo tratto.



Foto 4 – Inizio del tratto tombato del Rio Spezzano a nord-ovest dell'area in esame, in corrispondenza di via Montegrappa.

3. IL PROGETTO

L'area di progetto si inserisce in un denso contesto produttivo, nel cuore dell'area industriale del Comune di Fiorano Modenese. Essa confina ad ovest, oltre via del Canaletto, con il polo produttivo di Atlas Concorde, a sud, oltre la Strada Pedemontana, con il polo produttivo della florim e a nord est con l'area dell'Ex Fornace San Lorenzo, e raggiunge ad est la via Giardini.

All'interno del perimetro oggetto dell'Accordo operativo sono presenti due aree appartenenti a due proprietà distinte, Atlas e Florim.

La superficie totale interessata dall'Accordo è di **163.779 mq**, all'interno della quale verranno assolte le cessioni relative alle aree sopra indicate e anche parte di quelle relative all'area dell'Ex Fornace San Lorenzo (non direttamente interessata dall'Accordo).

Saranno inoltre da reperire fuori comparto una quota pari a 1.541 mq di verde pubblico di cessione.

In linea con quanto previsto dal piano urbanistico generale, l'accesso all'area avverrà tramite una nuova strada con andamento est ovest, che conetterà via Giardini, con la realizzazione della nuova rotatoria sulla e con via del Canaletto, in corrispondenza della rotatoria esistente.

Le nuove aree edificabili si disporranno all'interno dei lotti 1 e 4, posti ai lati della nuova viabilità che sarà dotata di un percorso ciclabile ed uno pedonale, mentre per i lotti 2 e 3 si prevede il recupero degli edifici esistenti secondo quanto stabilito dalla disciplina del RUE.

Da questo nuovo asse viario, affiancato da due fasce verdi di mitigazione, in parte pubbliche in parte private, di profondità variabile, sarà possibile accedere anche all'area dei due parcheggi di cessione.

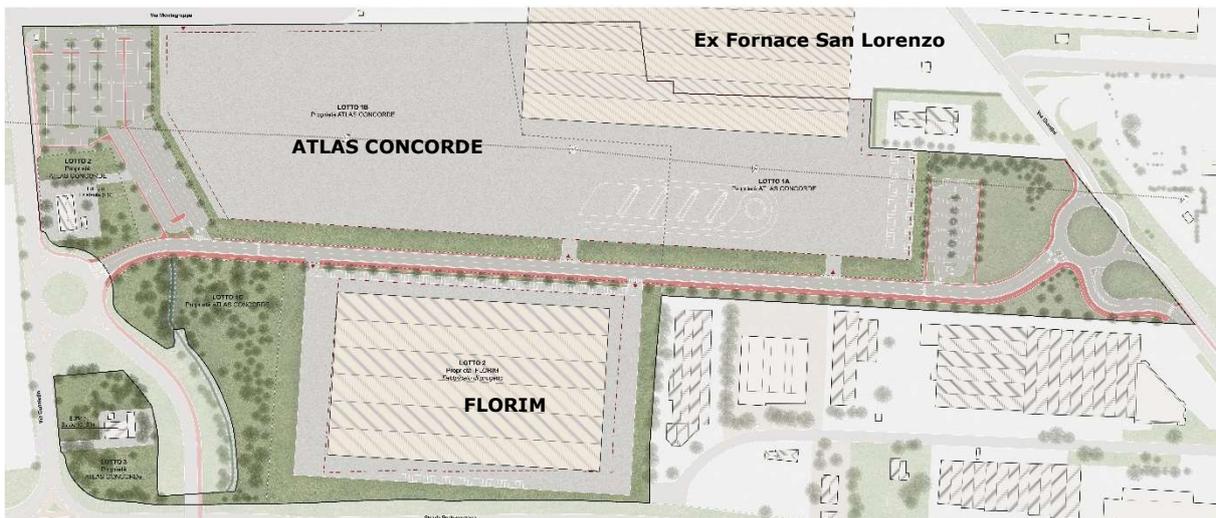


Figura 5 – Planimetria di progetto dell'area di Accordo Operativo. In alto è visibile parte dell'area ex Fornace San Lorenzo fuori da detto accordo ma ricompresa nelle valutazioni idrauliche del comparto Atlas Concorde.

4. PRINCIPALI PUNTI DI RECAPITO DELLA RETE DI SCOLO DELLE ACQUE BIANCHE NEL RIO SPEZZANO

Per progettare e dimensionare al meglio la nuova rete di raccolta e laminazione delle acque bianche dell'area di Accordo Operativo, la quale può essere suddivisa in tre comparti, Atlas Concorde, Florim e viabilità pubblica, si sono individuati i principali nodi idraulici di recapito delle acque meteoriche afferenti al Rio Spezzano in corrispondenza della zona in esame e di un suo significativo intorno.

L'esame della situazione della rete bianca al contorno dell'area in esame è stata effettuata mediante la raccolta di informazioni bibliografiche e da sopralluoghi sul campo, che hanno permesso di individuare cinque nodi principali:

RELAZIONE IDRAULICA

- 1- a** Bacino di laminazione Rio Spezzano: bacino realizzato nel 2013-2014 con capacità di circa 25.000 mc, modificato nel 2018, con portata scaricabile tarata a 1.400 l/s;
- b** Ampliamento Florim: punto di recapito delle acque bianche intercettate dalle superfici impermeabili (capannone e piazzale) del nuovo ampliamento dello stabilimento, situato a valle della vasca di laminazione, nel tombamento del Rio Spezzano, con portata massima stimata in 1.500 l/s;
- 2-** Ampliamento Ferrari: punto di recapito della vasca di laminazione prevista a servizio delle superfici impermeabili dell'ampliamento dello stabilimento Ferrari, previsto in corrispondenza del fosso stradale collegato al Rio Spezzano, con portata scaricabile tarata a 65 l/s;
- 3-** Nuova rotatoria in sostituzione dell'incrocio via Canaletto-via Viazza: punto di recapito delle acque intercettate dalle superfici stradali impermeabili della nuova rotatoria, previsto nella condotta tombata del Rio Spezzano, con portata massima stimata in 630 l/s;
- 4-** Atlas Concorde via Viazza: punto di recapito delle acque bianche intercettate dalle superfici impermeabili del complesso "Atlas Concorde - via Viazza", collocato all'intersezione del fosso con il Rio Spezzano, con portata scaricabile tarata a 30 l/s.

Di seguito si riporta l'ubicazione dei punti di recapito sopra elencati, mentre nei paragrafi successivi si descrivono questi nodi idraulici con maggior dettaglio.

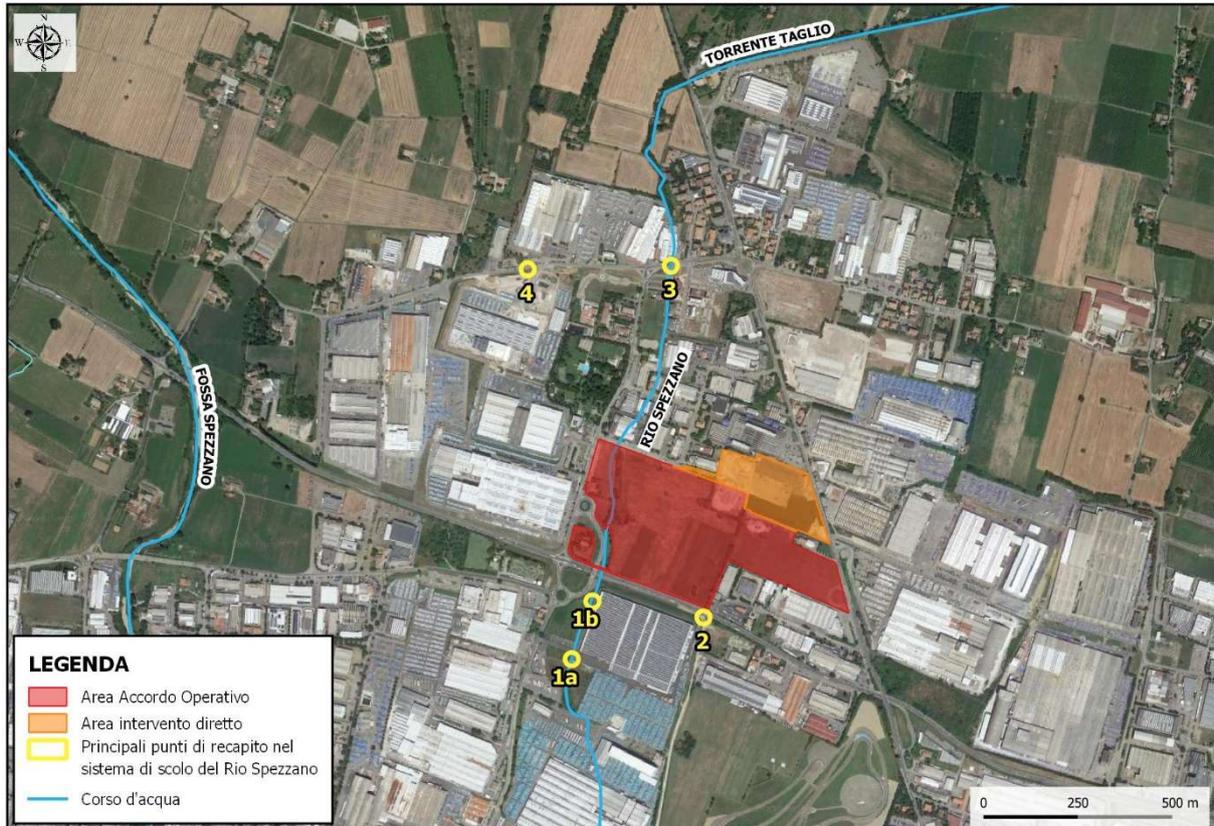


Figura 6 - Ortofoto satellitare (Google Earth 2019) con evidenziato il corso d'acqua Rio Spezzano/Torrente Taglio ricettore delle acque meteoriche del comparto in esame (in rosso) e dei principali punti in cui la rete esistente/futura scarica nel reticolo afferente lo stesso corso d'acqua: **1a**-Bacino di laminazione in linea sul Rio Spezzano; **1b**-Punto di recapito acque bianche del nuovo capannone "Ampliamento Florim"; **2**-Punto di recapito acque bianche in uscita dalla vasca di laminazione prevista nel progetto di "Ampliamento Ferrari"; **3**-Punto di recapito acque del progetto "Nuova rotonda via Canaletto-via Viazza"; **4**-Punto di recapito acque bianche provenienti dal comparto "Atlas Concorde - Via Viazza - Via Canaletto".

Si riporta di seguito un riassunto dei principali contributi al Rio Spezzano provenienti dalle zone limitrofe all'area in esame, mentre nei paragrafi seguenti questi contributi si descrivono meglio nel dettaglio:

Bacino	Posizione bacino rispetto al comparto in progetto	Q _{max} l/s	Stato
Florim (1a e 1b)	Monte	1.900	Esistente
Ampliamento Ferrari (2)	Monte	65	In progetto
Rotatoria (3)	Valle	630	In progetto
Atlas via Viazza (4)	Valle	30	Esistente

Bacino di laminazione Rio Spezzano (1a) – Ampliamento Florim (1b)

Tenendo conto degli esiti dello Studio idrogeologico generale del Rio Spezzano (2009), la ditta Florim s.p.a. ha realizzato nel corso del 2012-2013, in occasione della costruzione del nuovo piazzale di stoccaggio, un bacino di laminazione in linea sul Rio Spezzano che risolvesse le criticità a valle del corso idrico superficiale, funzionale allo scarico delle portate meteoriche generate dal nuovo intervento e più in generale generate dall'intero insediamento industriale ed aree adiacenti a monte. Il bacino fu poi modificato nel 2018 sempre dalla stessa Florim, contestualmente alla realizzazione di un nuovo capannone in ampliamento dell'insediamento industriale verso nord, con la deviazione della dorsale di fognatura di via Canaletto all'interno della vasca di laminazione.

Attualmente il bacino idrologico sotteso alla vasca di laminazione, scola un'area di estensione pari a 195 Ha complessivi, di cui 122 Ha corrispondenti al bacino a monte di Strada Pedemontana che confluiscono nel Rio Spezzano, e 75 Ha corrispondenti al bacino della zona prospiciente a via del Canaletto, congiuntamente alle aree adiacenti a monte, il cui scolmatore delle portate di piena è deviato all'interno del bacino di laminazione stesso.

Il picco di portata del bacino è pari a circa 7,5 mc/s in arrivo alla vasca, che viene smorzato a 1,4 mc/s in uscita dalla bocca tarata (1a) della vasca di laminazione.

A valle della bocca tarata del bacino di laminazione si ha la confluenza della dorsale di scarico del bacino non laminato dell'area di nuovo ampliamento industriale di Florim (1b), con picco di circa 1,5 mc/s.

La somma delle due portate di picco, considerando i rispettivi sfasamenti, produce un'onda di piena di colmo in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. 467 Pedemontana pari a 1.9 mc/s principalmente ascrivibile alla componente generata dall'area di nuovo ampliamento industriale di Florim, cui segue una più lunga fase di intumescenza dell'onda di piena legata al fenomeno della laminazione del bacino a monte della vasca.

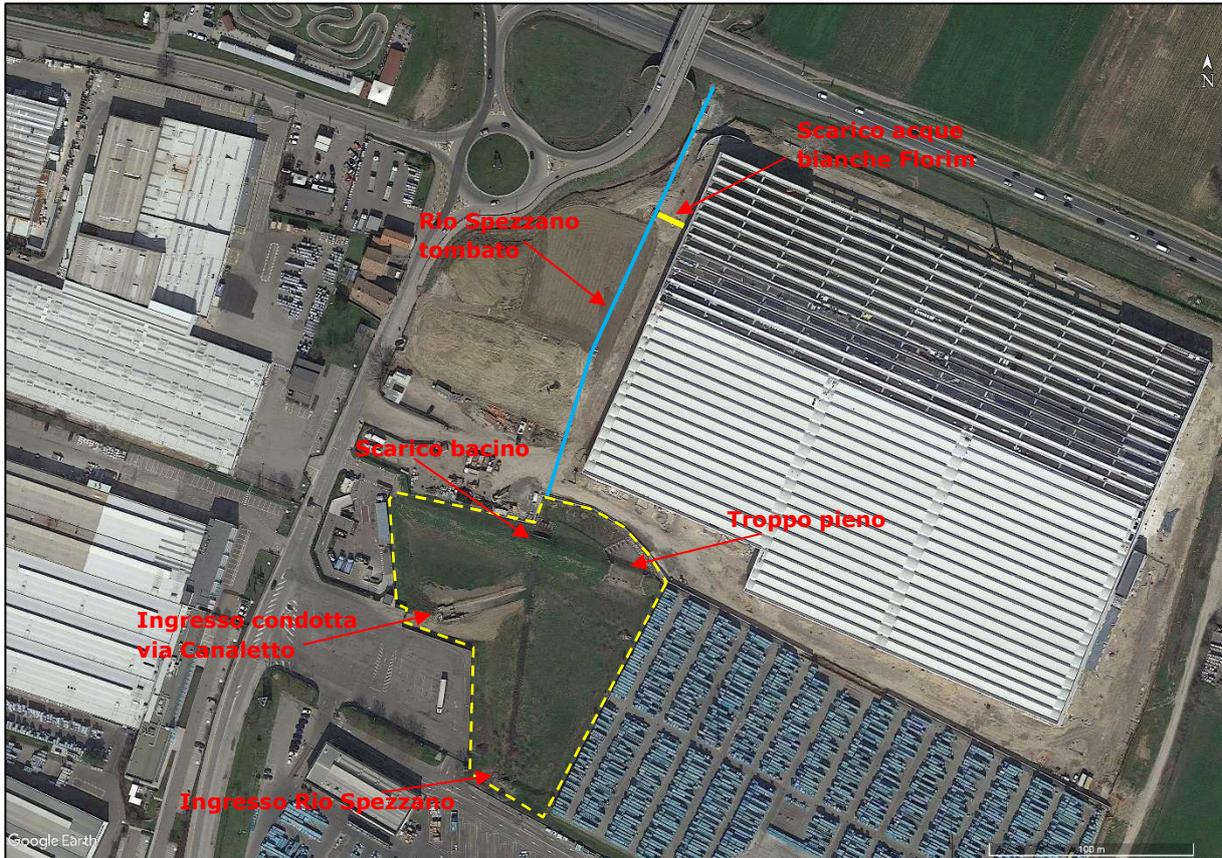


Figura 7 – Schema della situazione del Rio Spezzano a monte della Strada Pedemontana. Tratteggio giallo: bacino di laminazione sul Rio Spezzano; Linea gialla: scarico acque bianche dell’ampliamento Florim; Azzurro: tombinamento del Rio Spezzano, dal bacino di laminazione sino all’attraversamento di Strada Pedemontana.

Le informazioni sopra illustrate sono state ricavate dall’esame dei seguenti elaborati allegati al progetto di “Permesso di costruire in variante alla strumentazione urbanistica vigente ai sensi art. A14 bis della l.r. 20/2000 e s.m.i. per ampliamento attività industriale Florim s.p.a.”:

- *Studio idrologico del Rio Spezzano ed acque afferenti chiuso alla sezione di S.P. 467 - Aggiornamento allo stato di fatto e stato di progetto, a cura di Sinergia (marzo 2017);*
- *Relazione Tecnico Descrittiva degli aspetti urbanistici, di progetto e conformità D-00-A-R-02, a cura di Ingegneri riuniti (novembre 2016);*
- *Planimetrie, a cura di Ingegneri riuniti (novembre 2016).*

Ampliamento Ferrari (2)

Il sistema di gestione delle acque meteoriche che saranno intercettate dalle superfici impermeabili (capannoni e piazzali di contorno) comprese nel progetto di ampliamento di attività collegate allo stabilimento Ferrari nell'area ora non urbanizzata ad ovest della pista, prevede la realizzazione di un invaso di laminazione a cielo aperto con volume utile pari a 4.100 mc (dimensionato con riferimento ai 500 mc/Ha), dotato di una bocca tarata di scarico a 65 l/s (dimensionata con riferimento ad una portata massima di scarico pari a 8 l/s per Ha).

Il recapito finale delle acque meteoriche provenienti dal lotto in oggetto è individuato nel Rio Spezzano. Le acque raggiungeranno il corpo idrico superficiale dopo aver percorso in direzione est-ovest un tratto di canale, in parte a cielo aperto e in parte tombinato con condotte in calcestruzzo di diametro pari a 500 mm, parallelo alla Strada 467 Pedemontana.

Le informazioni qui riportate sono state ricavate dall'esame dei seguenti elaborati allegati al progetto di "Accordo operativo ai sensi dell'art.38 LR N. 24/2017 - Ampliamento di attività collegate allo stabilimento aziendale ed alla pista Ferrari.":

- *Relazione idraulica – Dimensionamento preliminare reti fognarie – B.061-PG*, a cura di Prospazio (dicembre 2018);
- *Reti Fognarie – B.06 PG*, a cura di Prospazio (dicembre 2018).

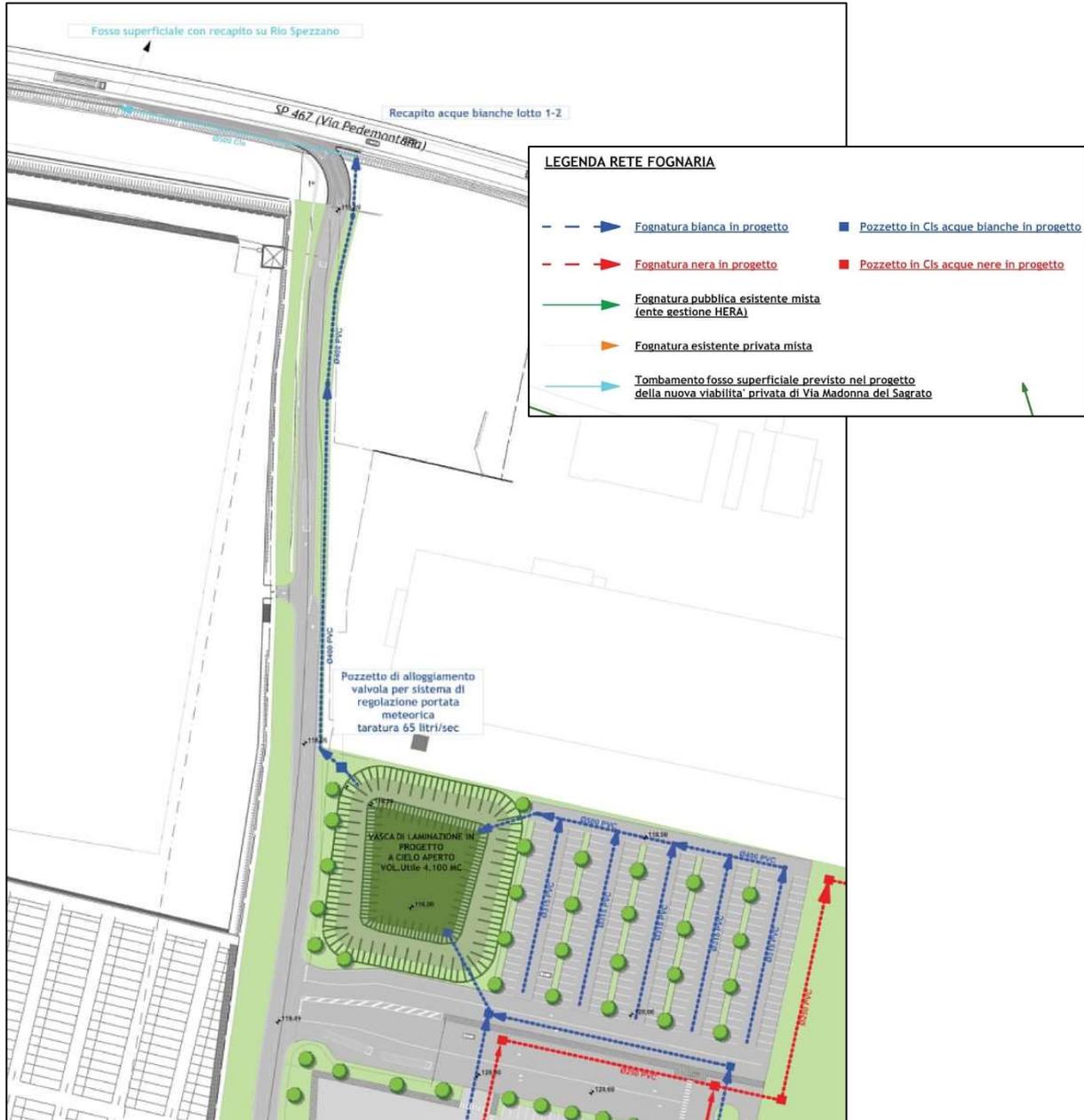


Figura 8 – Estratto dell’elaborato “B.06 PG – Reti Fognarie” del progetto “Accordo operativo ai sensi dell’Art.38 LR N. 24/2017 – Ampliamento di attività collegate allo stabilimento aziendale ed alla pista Ferrari”, a cura di Prospazio (dicembre 2018).

Nuova rotonda via Canaletto-via Viazza (3)

L'attuale incrocio di via Viazza con via Canaletto verrà sostituito con una rotonda, la cui realizzazione sarà affiancata dalla totale ricostruzione del sistema fognario dell'intersezione al fine di convogliare tutte le acque al suo contorno, comprese quelle che usciranno laminante dallo scatolare relativo alla pista ciclabile, all'interno del Rio Spezzano che scorre tombato ad est di via Canaletto, ed interseca via Viazza (visibili nella parte alta delle seguenti figure).

Il volume di acque meteoriche che il progetto del sistema fognario a servizio della nuova rotatoria prevede di scaricare nel recapito finale individuato nel Rio Spezzano, dimensionato con piene con tempi di ritorno $Tr=20$ anni, risulta pari a 0,63 mc/s.



Figura 9 – Attuale incrocio (sinistra) e schema della rotatoria in progetto (destra) lungo via Viazza-via Canaletto (da Nuova Rotonda via Canaletto-via Viazza – Documentazione idraulica, a cura di Dott. Geol. Gemelli Franco, aprile 2018).

Le informazioni sopra illustrate sono state ricavate dall'esame del seguente documento:

- *Nuova Rotonda via Canaletto-via Viazza – Documentazione idraulica*, a cura di Dott. Geol. Gemelli Franco (aprile 2018).

Si segnala che il bacino afferente alla rotatoria, scola anche le acque provenienti dalla porzione meridionale di via Canaletto, la cui rete di scolo presenta alcune criticità.

Atlas Concorde via Viazza (4)

La soluzione progettuale del sistema di drenaggio delle acque meteoriche a servizio del nuovo capannone e piazzale realizzato da Atlas Concorde su via Viazza, ha previsto la realizzazione di un sistema fognario suddiviso internamente in tre reti: rete di raccolta delle acque delle coperture, rete di raccolta delle acque delle strade, dei parcheggi e dei piazzali, rete delle acque nere.

Le prime due reti vengono raccolte nella vasca di laminazione che è stata dimensionata per un volume di 740 mc, in grado di garantire la laminazione per tempi di ritorno secolari con uno scarico limite avente portata di 30 l/s.

A valle della laminazione, le condotte rimangono distinte in bianche e nere con recapito entrambe nel collettore fognario misto posto lungo via Viazza, per il cui raggiungimento le due condotte dovranno essere sifonate per sottopassare un gasdotto posto sul lato meridionale di via Viazza.

Il collettore fognario di via Viazza nel quale si immettono le acque del comparto, devia verso nord interrato tra altri stabilimenti industriali, al termine dei quali devia verso est e scorre a cielo aperto sino alla sua immissione nel Rio Spezzano.

Le informazioni qui riportate sono state ricavate dall'esame dell'elaborato relativo al "Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata in esecuzione al P.O.C. APS.i(p) Ubersetto – Atlas Concorde – via Viazza – via Canaletto":

- *Relazione idraulica*, a cura dello scrivente, Dott. Geol. Valeriano Franchi (dicembre 2012).

5. RETE DI RACCOLTA ED ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE

Di seguito si descrivono le soluzioni previste per i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e delle acque nere a servizio dei tre sub-comparti scolanti nei quali è suddivisa l'area di Accordo Operativo.

Si riporta di seguito un estratto della tavola T9 dello schema delle reti fognarie bianche e nere a servizio dell'area di Accordo Operativo.



Figura 10 – Schema delle reti fognarie bianche e nere a servizio dell'area di Accordo Operativo (cfr. tavola T9).

5.1. Sub-comparto Atlas Concorde

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque del sub-comparto Atlas Concorde dell'Accordo Operativo è previsto mediante la realizzazione di due reti separate, una per le acque bianche e una per le acque nere. A queste reti si allacceranno anche le future reti che saranno realizzate a servizio del sub-comparto adiacente, denominato Area ex San Lorenzo, il cui progetto di riqualificazione sarà attuato mediante intervento diretto.

A tal proposito, si sottolinea che l'intervento in progetto è volto a rendere indipendente il sistema di smaltimento delle acque della ex San Lorenzo, indirizzando tali acque nel nuovo sistema di gestione del sub-comparto Atlas, così da sfruttare la nuova vasca di laminazione prevista al di sotto del nuovo parcheggio nella zona occidentale dell'area, appositamente dimensionata, e contribuire in modo significativo alla soluzione delle criticità esistenti nel nodo di Ubersetto.

Infatti, attualmente il sistema di scolo delle acque dell'area ex San Lorenzo risulta molto critico. Le acque vengono raccolte e indirizzate in una condotta di scolo interrata presente nella zona occidentale del lotto San Lorenzo, la quale attraversa

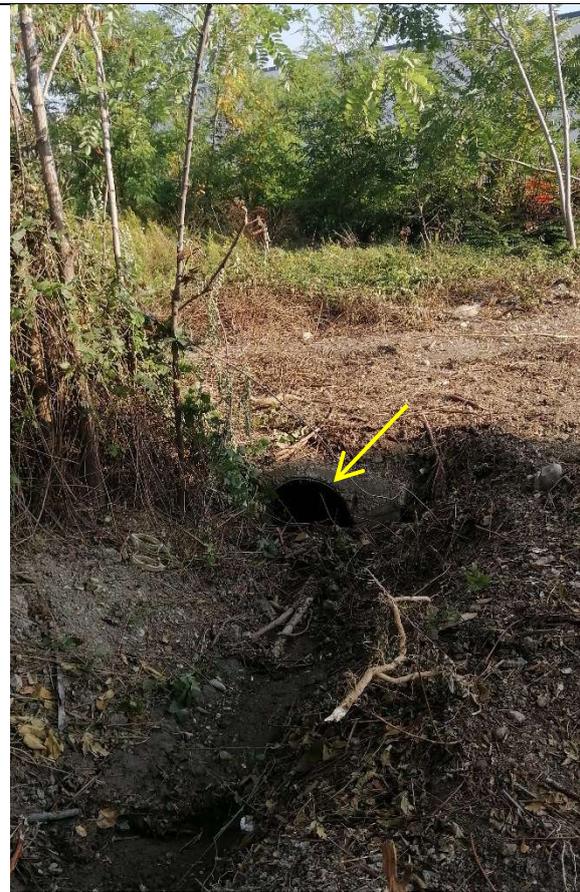
prima lo stabilimento della ditta Motovario a nord del lotto, poi il perimetro occidentale dell'azienda situata ancora più a nord, oltre la quale inizia a scorrere, per un breve tratto, in un fosso a cielo aperto sino al tracciato della via Giardini.

Da un sopralluogo effettuato nel tratto in cui la condotta scorre a cielo aperto (foto di seguito), si è potuto notare come le acque che scorrono all'interno del fosso risultino essere acque miste, presumibilmente per la presenza di eventuali scarichi di acque nere che si allacciano nella tratto in cui la condotta scorre interrata.

Poco prima dell'attraversamento di via Giardini, il fosso torna a scorrere interrato all'interno di una tubazione di diametro 600 mm, la quale si snoda anche oltre la strada, all'interno della zona industriale che si sviluppa ad est di via Giardini.



Vista verso sud dell'angolo nord-ovest del piazzale della ditta a nord della Motovario, corrispondente al punto di uscita a cielo aperto della condotta interrata (freccia) proveniente dall'area ex San Lorenzo. Visivamente, le acque di scorrimento risultano essere acque miste.



Vista verso est del fosso che torna a scorrere interrato in una tubazione di diametro 600 mm (freccia) in corrispondenza dell'attraversamento di via Giardini, oltre la vegetazione in secondo piano.

Rete bianca

La rete di drenaggio delle acque meteoriche trova come ricettore finale il Rio Spezzano, che scorre da sud a nord all'interno dell'area dell'Accordo, nella sua parte occidentale.

L'intervento prevede una parte di tombamento del Rio di Spezzano, che nel tempo ha trovato una propria sede differente rispetto all'individuazione catastale, quest'ultima più spostata ad ovest. Con il tombamento del Rio Spezzano, previsto in corrispondenza della nuova strada, si intende anche ricollocare il Canale proprio nella sede individuata catastalmente.

Il Rio che interessa l'area dell'intervento risulta già tombato nella parte a nord verso il Torrente Taglio, e a sud tra la strada Pedemontana e l'uscita della vasca di laminazione Florim. Si propone di continuare il tombamento presente a nord anche verso sud, all'interno dell'area oggetto di Accordo fino a superare la nuova strada in progetto.

Si prevede, inoltre, di realizzare una nuova vasca di laminazione delle acque nella zona occidentale del sub-comparto Atlas Concorde, creata in conformità alle richieste del RUE vigente (500 mc/Ha per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata prevista dall'Accordo compresi i parcheggi pubblici ad ovest del sub-comparto, e 300 mc/Ha per area di riqualificazione San Lorenzo). La vasca sarà poi collegata con il nuovo manufatto di tombamento del Rio Spezzano mediante una tubazione con scarico tarato in uscita.

Questo sistema consente di garantire il corretto deflusso anche in occasione di eventi eccezionali facendole poi defluire correttamente.

La rete fognaria delle acque bianche sarà costituita da una dorsale principale che raccoglierà le acque intercettate dell'area oggetto di Accordo, alla quale afferiranno anche le acque della rete scolante l'area San Lorenzo. Le acque scorreranno in direzione ovest, quindi saranno fatte confluire nel sistema di laminazione previsto al di sotto dei parcheggi Atlas, nella zona nord-ovest dell'area di Accordo, da dove saranno poi scaricate con portata regolata nel recapito finale, il Rio Spezzano, che sarà a sua volta tombato al di sotto del parcheggio previsto ad ovest del sub-comparto.

Le acque del parcheggio pubblico Atlas saranno invece raccolte da una rete dedicata, che le scaricherà all'interno della suddetta vasca di laminazione prevista interrata sotto al parcheggio stesso.

Rete nera

La rete di scolo delle acque nere a servizio della nuova urbanizzazione Atlas Concorde, nella quale sarà fatta confluire anche la rete di scolo delle acque nere dell'area San Lorenzo, prevede di allacciare la condotta in uscita ad un collettore principale da posizionarsi in corrispondenza della nuova strada, parallelo alla dorsale di acque bianche. Il collettore convoglierà le acque verso ovest, quindi

attraverserà l'area del nuovo parcheggio Atlas e si innesterà nel collettore fognario comunale presente lungo via Montegrappa, a nord dell'area di Accordo.

Lo schema delle reti fognarie dell'area di Accordo Operativo è riportato nella tavola T9 di progetto.

5.2. Sub-comparto Florim

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque del sub-comparto Florim dell'Accordo Operativo è previsto mediante la realizzazione di due reti separate, una per le acque bianche e una per le acque nere.

Rete bianca

La rete di drenaggio delle acque meteoriche trova come ricettore finale il Rio Spezzano mediante il transito nella dorsale fognaria acque bianche pubblica prevista al di sotto della dorsale stradale di nuova realizzazione descritta a seguire.

L'intervento prevede la realizzazione di un sistema di laminazione delle acque da realizzarsi nella fascia dei piazzali al contorno del nuovo edificio industriale, costituito da tubazioni sovradimensionate sui lati ovest, sud ed est, e da uno scatolare sul lato nord, dimensionati in conformità alle richieste del RUE vigente (500 mc/Ha per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata prevista dall'Accordo). Le tubazioni sovradimensionate e lo scatolare saranno collegati, mediante uno scarico con portata regolata, alla nuova dorsale fognaria di acque bianche prevista lungo la nuova arteria stradale a nord dell'area di Accordo Florim, la quale scaricherà le acque nel nuovo manufatto di tombamento del Rio Spezzano più ad ovest, nel punto in cui questa dorsale incrocia il manufatto del corso d'acqua.

Questo sistema consente di garantire il corretto deflusso anche in occasione di eventi eccezionali facendole poi defluire correttamente.

Rete nera

La rete di scolo delle acque nere a servizio della nuova urbanizzazione Florim, prevede di allacciare la condotta in uscita ad un collettore principale da posizionarsi in corrispondenza della nuova strada, parallelo alla dorsale di acque bianche, nel quale confluiranno anche le acque nere del comparto settentrionale Atlas. Il collettore convoglierà le acque verso ovest, quindi attraverserà l'area del nuovo parcheggio Atlas e si innesterà nel collettore fognario comunale presente lungo via Montegrappa, a nord dell'area di Accordo.

Lo schema delle reti fognarie dell'area di Accordo Operativo è riportato nella tavola T9 di progetto.

5.3. Viabilità e parcheggio pubblico

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque della viabilità e del parcheggio pubblico posto all'estremità orientale dell'Accordo Operativo è previsto mediante la realizzazione di una rete per le acque bianche.

Rete bianca

La rete di drenaggio delle acque meteoriche trova come ricettore finale il Rio Spezzano, che scorre da sud a nord all'interno dell'area dell'Accordo, nella sua parte occidentale. Inoltre, per la sola zona della nuova rotatoria su via Giardini, è previsto come ricettore finale il fosso stradale presente lungo via Giardini stessa, che sarà tombato.

L'intervento prevede la realizzazione di una dorsale principale posta lungo la nuova arteria stradale di collegamento tra via Giardini e via Canaletto, con direzione di scorrimento verso ovest, in direzione del Rio Spezzano. Il sistema fognario, oltre a raccogliere le acque del nuovo asse viario, come da accordi intrapresi, raccoglierà anche le acque del parcheggio pubblico "Florim", previsto a nord della nuova strada e ad est del comparto Atlas Concorde.

L'intervento prevede la realizzazione di un sistema di laminazione delle acque da realizzarsi mediante il sovradimensionamento della dorsale principale, in conformità alle richieste del RUE vigente (500 mc/Ha per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata della nuova arteria stradale e del parcheggio pubblico posto ad est).

Questo sistema consente di garantire il corretto deflusso delle acque anche in occasione di eventi eccezionali facendole poi defluire correttamente.

La dorsale principale sarà collegata mediante uno scarico con portata regolata al nuovo manufatto di tombamento del Rio Spezzano più ad ovest, che interseca la nuova strada.

Lo schema delle reti fognarie dell'area di Accordo Operativo è riportato nella tavola T9 di progetto.

6. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI

Si descrivono di seguito i passaggi metodologici che hanno permesso il dimensionamento del tratto terminale della rete di drenaggio delle acque meteoriche del comparto costituito dall'area dell'Accordo Atlas Concord e dall'area ex San Lorenzo, che intercetterà sia le acque di dilavamento dei piazzali e dei parcheggi, sia quelle delle coperture.

Lo studio è mirato alla determinazione delle portate al colmo di piena al fine di stabilire l'entità delle altezze idrometriche e di conseguenza il miglior dimensionamento delle opere idrauliche obiettivo del presente progetto.

Tenendo conto, quindi, che le piene sono rappresentate da rapidi innalzamenti della superficie libera della corrente conseguenti ad un incremento di portata, che nella maggior parte dei casi sono provocati da precipitazioni di forte intensità, e che tali fenomeni dipendono dalla dimensione spaziale del bacino (estensione, configurazione planimetrica e geomorfologica, modalità di deflusso) e dalla dimensione temporale (durata dell'evento di pioggia, sua intensità a parità di durata) la stima delle portate di massima piena può essere condotta attraverso due tipi d'indagine: la prima, in modo diretto, elaborando statisticamente dati di portata misurati in corrispondenza di una sezione o più sezioni; la seconda, con sistemi indiretti, che fanno ricorso a metodi empirici o a modelli matematici di trasformazione *afflussi - deflussi*.

Per le elaborazioni statistiche dei dati di portata non è stato possibile reperire registrazioni dirette effettuate sulle sezioni di chiusura del bacino in esame.

Per quanto riguarda invece i metodi indiretti, la generazione dell'idrogramma di piena di assegnato tempo di ritorno presuppone la ricostruzione sintetica di un ietogramma di progetto avente lo stesso tempo di ritorno dell'onda che si vuol generare. L'idrogramma di piena scaturisce da una convoluzione dello ietogramma con l'idrogramma unitario di piena relativo al bacino da simulare. Per ietogramma di progetto si intende un evento pluviometrico generato sinteticamente, con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento del reticolo superficiale di drenaggio. Allo ietogramma di progetto viene associato un tempo di ritorno in quanto le sue caratteristiche (ad esempio l'intensità di picco, il volume totale etc.) possono, in tal modo, trovare corrispondenza in calcoli probabilistici. In particolare è stato applicato il metodo dello ietogramma costante, di assegnato tempo di ritorno, che viene dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante per tutta la durata dell'evento.

La determinazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è un passaggio di fondamentale importanza per caratterizzare la quantità ed intensità della precipitazione che può gravare sulla zona di progetto; a tal fine i metodi di analisi idrologica dei bacini permettono di individuare i parametri a ed n che individuano le curve di possibilità pluviometrica specifiche della zona considerata, in funzione di differenti tempi di ritorno T , curve che solitamente sono esprimibili nella forma monomia:

$$h(T) = a(T) \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

a = intensità della pioggia espressa in millimetri caduti in un'ora (mm/ora) relativa al tempo di ritorno T considerato

t = durata della pioggia (ore)

n = parametro adimensionale (valore < 1)

T = tempo di ritorno

I valori dei coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica media rappresentativa del bacino in esame e utilizzati nel presente lavoro, sono stati ricavati dallo studio dall'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata adottata da AIPO nel "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni".

In particolare, l'area d'indagine ricade all'interno della cella FR134 dell'Allegato 3. Consultando il menzionato studio, in Tabella 1 si riportano i parametri della curva di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni per il territorio nel quale ricade l'area in esame.

Tempo di Ritorno	a	n
20	40,32	0,329
100	51,68	0,328
200	56,52	0,327
500	62,92	0,326

Tabella 1 – Parametri della curva di possibilità pluviometrica considerata per il territorio in esame – cella FR133 (da "Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense", Autorità di Bacino del Fiume Po).

La curva di possibilità pluviometrica di progetto scelta è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a **TR = 20 anni**, che ha la seguente espressione:

$$h = 40,32 \cdot t^{0,329}$$

dove h è espresso in mm e t in ore, con $a = 40,32$ mm/h e $n = 0,329$.

Successivamente è stato costruito, a partire dalla curva utilizzata, uno ietogramma sintetico di tipo Chicago al fine di poter sollecitare la rete con eventi di pioggia particolarmente gravosi e di poterne valutare conseguentemente il comportamento tramite l'utilizzo di software dedicati alle simulazioni dinamiche (Urbis 2003 v.2).

6.1. Ietogramma sintetico di progetto tipo Chicago

Per le simulazioni del comportamento dinamico della rete in progetto, sollecitata dai massimi eventi di pioggia, si è fatto ricorso a ietogrammi sintetici convenzionali, non essendo disponibili, come è peraltro caso frequente, ietogrammi storici particolarmente gravosi.

Dunque, per verificare tramite modello dinamico il comportamento della rete di drenaggio pluviale si è fatto riferimento allo ietogramma convenzionale di tipo Chicago, con durata dell'evento di pioggia pari a 20 minuti (circa pari al tempo di corrivazione di seguito determinato) con picco di intensità della precipitazione posto a circa un terzo (30%) della durata dell'intero evento piovoso.

Per le reti di drenaggio a servizio del comparto in esame è stato utilizzato lo ietogramma Chicago descritto nella seguente Figura 11, da cui risulta una portata di picco pari a 214 l/s ed un volume totale piovuto pari a 28 mm, valori cosiddetti non depurati, cioè non rappresentativi dell'effettivo volume che durante una precipitazione giunge al ricettore finale.

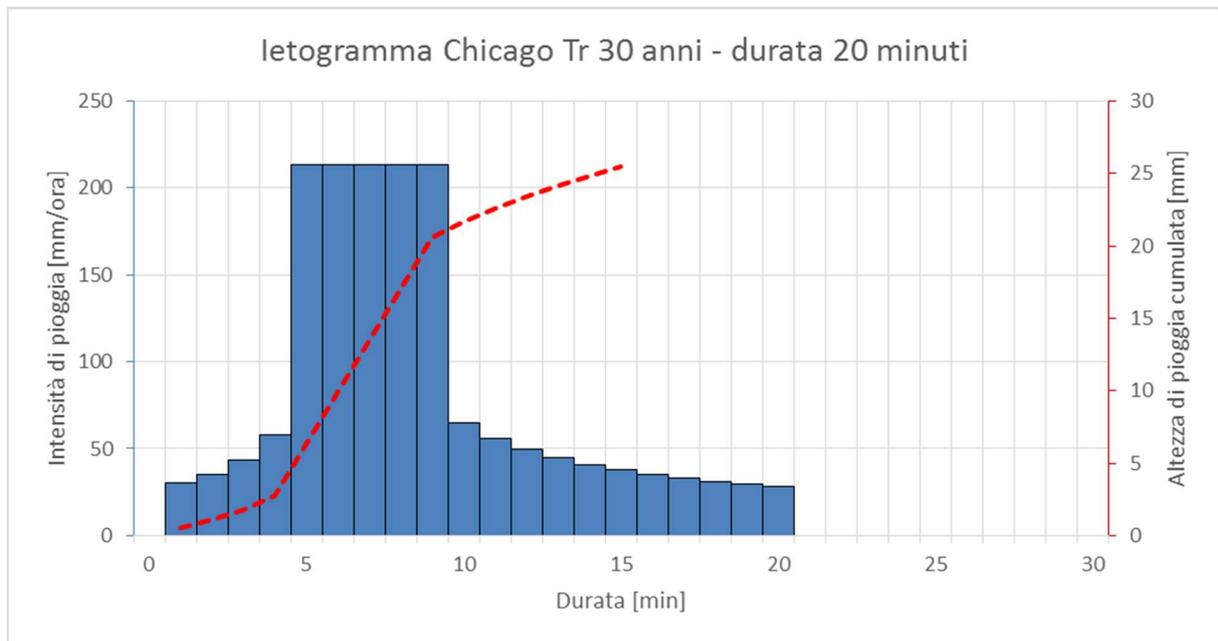


Figura 11 – Ietogramma tipo Chicago. In blu l'intensità della pioggia in mm/h, in rosso l'altezza di pioggia cumulata in mm.

6.2. Ietogramma di pioggia netto

Come detto, non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrica superficiale, vi sono infatti fenomeni idrologici legati all'infiltrazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali che incidono sul volume d'acqua piovuta.

Un metodo per ottenere la pioggia netta è quello del **CN** (Curve Number) del Soil Conservation Service statunitense.

L'indice CN (Curve Number), compreso tra 0 e 100, è diffusamente tabulato nella letteratura statunitense.

Una tabella abbastanza esauriente è quella riportata di seguito.

RELAZIONE IDRAULICA

AREE EXTRA URBANE				
Tipo di copertura (uso del suolo)	A	B	C	D
Terreno coltivato				
senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Terreno da pascolo cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati terreno sottile, sottobosco povero				
senza foglie	45	66	77	83
sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati,				
buone condizioni, con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
AREE URBANE				
Tipo di copertura (uso del suolo)	A	B	C	D
Aree commerciali (impermeabile 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabile 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali impermeabilità media %				
65	77	85	90	92
38	61	75	83	87
30	57	72	81	86
25	54	70	80	85
20	51	68	79	84
Parcheggi impermeabili, tetti	98	98	98	98
Strade				
pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
inghiaiate o selciate e con buche	76	85	89	91
in terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella 2 – Indici CN per tipologia di suolo, alla condizione di umidità di tipo standard (AMC tipo 2).

Si tenga presente che i tipi di suolo A, B, C, D della Tabella 2 si riferiscono alla classificazione del Soil Conservation Service riportata in Tabella 3.

A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza dalla superficie.

RELAZIONE IDRAULICA

Tabella 3 – Caratteristiche di permeabilità del suolo secondo la suddivisione del Soil Conservation Service.

Nello studio sono stati considerati terreni prevalentemente di tipo limo-sabbioso, che possono essere considerati nella tabella precedente tra B e C.

Le destinazioni d'uso previste dall'Accordo operativo hanno quindi permesso di attribuire un valore del parametro CN, dedotto in condizioni medie di umidità del terreno, in relazione al rapporto di copertura delle superfici. In particolare, per l'area dell'Accordo Atlas Concorde, si sono considerati circa 7,11 Ha totali di superficie, di cui 5,35 Ha saranno edificati o coperti, e i rimanenti 1,76 Ha occupati da verde o da superfici semi-permeabili; in base della Tabella 2, per i primi è stato assegnato CN 98, mentre per i secondi CN 67,5.

Oltre a queste superfici è stata considerata anche la superficie riguardante l'area dell'ex San Lorenzo oggetto di intervento diretto, di estensione di circa 3,86 Ha di SF, di cui 3,76 Ha saranno edificati o coperti, e i rimanenti 0,10 Ha occupati da verde o da superfici semi-permeabili; in base della Tabella 2, per i primi è stato assegnato CN 98, mentre per i secondi CN 67,5.

Si evince, pertanto, un valore pari a circa **CN 93** globale su tutto il nuovo comparto dell'Accordo e dell'intervento diretto ex San Lorenzo, considerati congiuntamente.

Vengono anche considerate le perdite che avvengono nel bacino per effetto dell'immagazzinamento nelle depressioni superficiali del terreno. Nel caso di terreni impermeabili, i volumi invasati nelle depressioni superficiali sono sottratti alla precipitazione depurata della quota parte infiltratesi, nel caso di terreni impermeabili si farà riferimento alla pioggia lorda.

La tabella seguente (Pecher,1969-1970) si riferisce al volume massimo di acqua ritenibile nelle depressioni superficiali, una volta riempite.

TIPO DI SUPERFICIE	VOLUME SOTTRATTO (mm)
Perdite dovute al velo d'acqua	
Aree impermeabili (tetti, strade asfaltate, marciapiedi)	0.2 - 0.5
Aree permeabili (giardini, parchi, terreno arabile)	0.2 - 5.0
Perdite dovute al riempimento di depressioni	
Aree permeabili molto lisce	0.2 - 0.4
Aree impermeabili lisce	0.5 - 0.7
Aree coperte con scarsa vegetazione, prati, pascoli	0.6 - 2.5
Aree coperte con densa vegetazione	2.5 - 4.0

Tabella 4 – Volume ritenibile sulle superfici (Pecher, 1969-1970).

Per quanto attiene il valore del parametro Ia (Initial abstraction o depurazione iniziale) il Soil Conservation Service consiglia di assumere $Ia = 0.2 S'$ che conduce, a detta di parecchi Autori, a valori eccessivamente alti di Ia e quindi a sottostime dei volumi di piena.

Nell'uso pratico e per scopi progettuali si adottano per I_a valori non superiori a 2-4 mm come risulta dalla tabella sopra riportata e che può essere convenientemente utilizzata nel caso dei bacini modenesi.

Nel nostro caso si è scelto di considerare $I_a = 2 \text{ mm}$, cioè perdite dovute al velo d'acqua superficiale per uno spessore di 2 mm.

Si ottiene quindi un **coefficiente di afflusso in rete** di circa **0,54**, per eventi meteorici con tempo di ritorno ventennale, da cui si ottiene lo ietogramma di pioggia netto (depurato) descritto nella Figura 12, e da cui risulta una portata di picco pari a 153 l/s ed un volume totale piovuto pari a 15 mm.

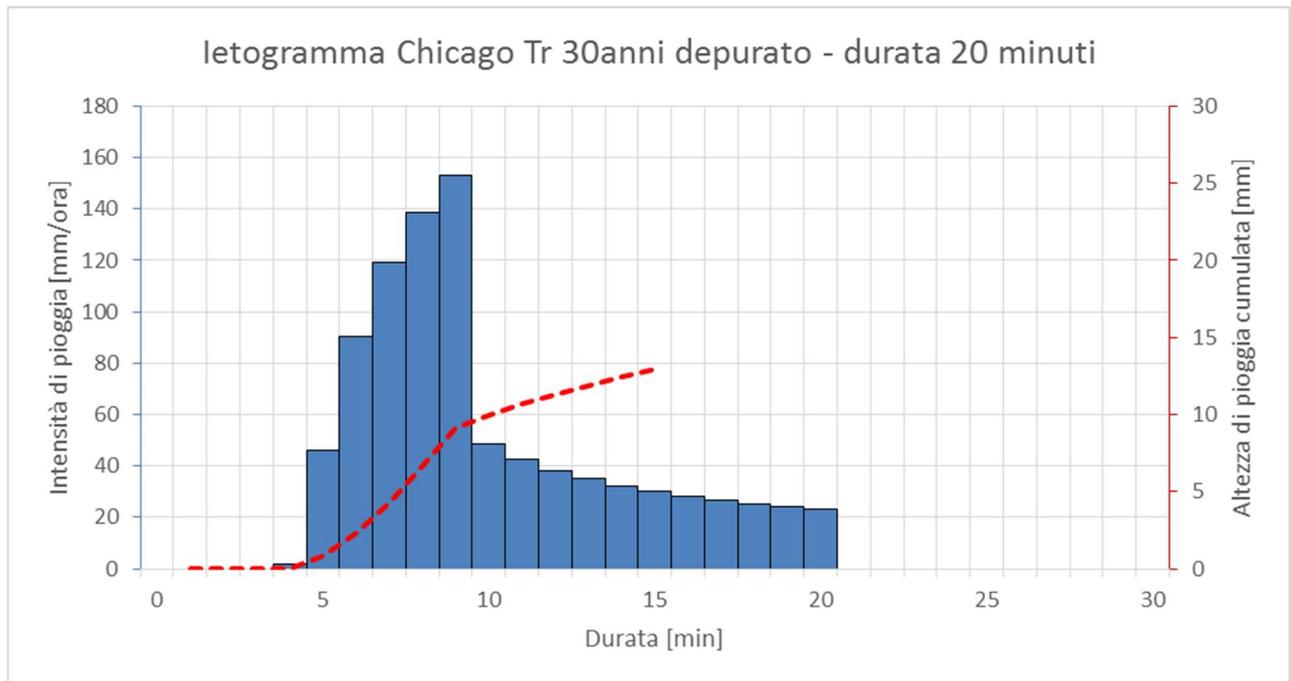


Figura 12 – Ietogramma di pioggia netto. In blu l'intensità della pioggia in mm/h, in rosso l'altezza di pioggia cumulata in mm che porta ad un coefficiente di afflusso in rete di circa 0,54, per eventi meteorici con tempo di ritorno ventennale.

6.3. Determinazione del tempo di corrivazione

Come ricordato più sopra, la formazione dell'onda di piena è influenzata oltre che dalle caratteristiche fisiche del bacino descritte sinteticamente dal coefficiente di deflusso (individuato al paragrafo precedente), anche dal tempo di corrivazione, rappresentabile mediante l'espressione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a è il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete.

Per la stima del tempo di corrivazione, calcolabile come somma dei tempi di percorrenza della canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete, si utilizza solitamente la formula del metodo cinematico indicata più sotto.

Nel caso specifico tale percorso (L) è stato stimato in 600 m, mentre per la velocità di percorrenza richiesta dal metodo cinematico è stato adottato un valore medio in condizioni di piena pari a 0,6 m/s, ottenendo i risultati seguenti:

$$T_{c,1} = \frac{L}{v} = \frac{600}{0,6} \cong 16 \text{ minuti}$$

Ai quali aggiungendo i tempi di ingresso alla fognatura stimati in circa 5 minuti, si ottiene un tempo di corrivazione di circa 20 minuti.

6.4. Trasformazione afflussi-deflussi

Per la determinazione dei valori di deflusso immessi nella rete fognaria è stato utilizzato il modello di calcolo "URBIS 2003 v.2" che consente, a partire da una precipitazione nota o da una curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, di ricavare l'intera onda di piena e relativa portata al colmo alla sezione di chiusura attraverso la "convoluzione" con l'Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH) del bacino.

Nel caso in oggetto, l'IUH è stato calcolato con il modello di NASH che interpreta il bacino come una "cascata" di serbatoi lineari, in particolare si è fissato un numero di serbatoi pari a 3 ed un tempo di corrivazione t_c pari a 20 minuti; in tale modello l'idrogramma unitario istantaneo IHU assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{K \cdot (n-1)!} \cdot \left(\frac{1}{k}\right)^{n-1} \cdot e^{-\left(\frac{1}{k}\right)}$$

dove k , denominata costante d'invaso, ha le dimensioni di un tempo e rappresenta il suddetto legame di proporzionalità tra il volume W invasato nel bacino e la portata uscente Q . La costante di invaso lineare k non ha alcun significato fisico, ma è solo un valore concettuale e risulta pertanto un parametro di taratura del modello.

Nella pratica progettuale, la costante di invaso k è espressa secondo la formula empirica:

$$k = 0,5 \cdot \frac{t_c}{n-1}$$

Si è proceduto infine alla convoluzione dello ietogramma netto con l'idrogramma unitario specificando in input la superficie del bacino (11 Ha), e si è ottenuto l'idrogramma di piena in uscita dal bacino, dal quale si ricava una **portata di picco** pari a **1.251 l/sec**.

RELAZIONE IDRAULICA

Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i dati ritenuti significativi per il bacino oggetto di indagine ed i valori di portata al colmo di piena calcolati per un tempo di ritorno di 20 anni.

Sezione di chiusura	Superficie bacino (Ha)	Lunghezza asta (m)	Tempo di corrivazione (min)	Portata di piena (l/sec)	Tempo di ritorno (anni)
Innesto in vasca di laminazione	11	600	20	1.251	20

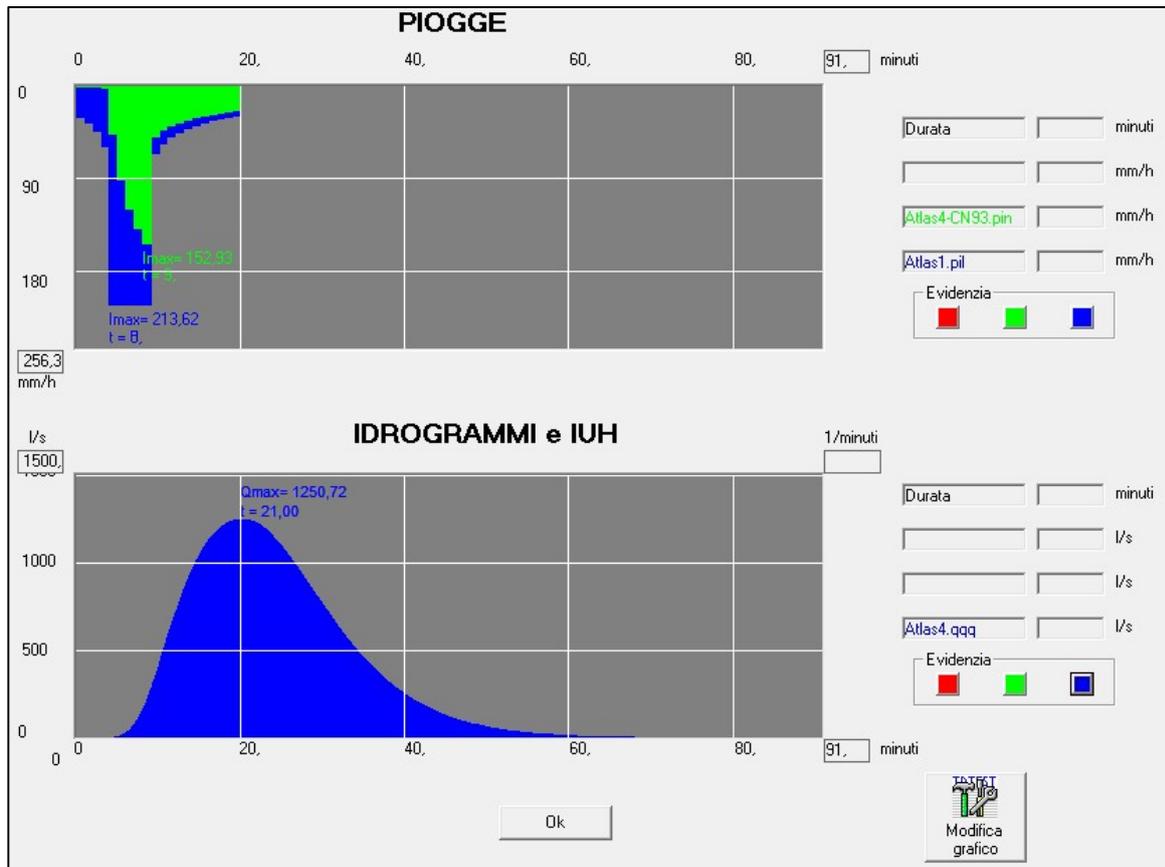


Figura 13 – Risultati delle elaborazioni effettuate utilizzando il programma di idrologia "Urbis 2003 v.2" (a cura di P.Mignosa e A.Paoletti). In alto: intensità di pioggia lorda (blu) e netta (verde). In basso: idrogramma di piena (blu).

La figura 11 riporta, usando il Modello di Nash, l'idrogramma di piena ricavato per piogge aventi tempo di ritorno di 20 anni incidenti nell'area di Accordo ed utilizzando un CN = 93 come prima definito, funzionale al dimensionamento della rete.

L'adozione di modelli diversi di tipo "afflussi-deflussi" o di formule empiriche di tradizionale e comune utilizzo in campo idrologico porta ad ottenere risultati che sostanzialmente confermano l'ordine di grandezza delle presenti valutazioni e ne attestano in tal modo l'attendibilità.

7. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

7.1. Dimensionamento dei condotti – sub-comparto Atlas

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato sulla base della portata di picco di 1.251 l/s relativa all'idrogramma di piena per piogge con tempo di ritorno di 20 anni, ricavato al paragrafo precedente.

Sulla base di questo valore è quindi stato determinato il diametro del condotto terminale che permette di smaltire le portate di picco che caratterizzano la rete, subito a monte della vasca di laminazione prevista.

	Rete scolante	Superficie (Ha)	Portata (l/sec)	DN finale (mm)	Riempimento (cm)
Bacino	Coperture, pizzali, viabilità interna	5,35	1.251	1.000	75
	Aree verdi	1,86			
	Ex San Lorenzo	3,76			

Tabella 5 – Risultati del dimensionamento della rete di drenaggio a servizio di strade, parcheggi e coperture per il bacino considerato corrispondente alle aree di Accordo Operativo Atlas e di intervento diretto ex San Lorenzo.

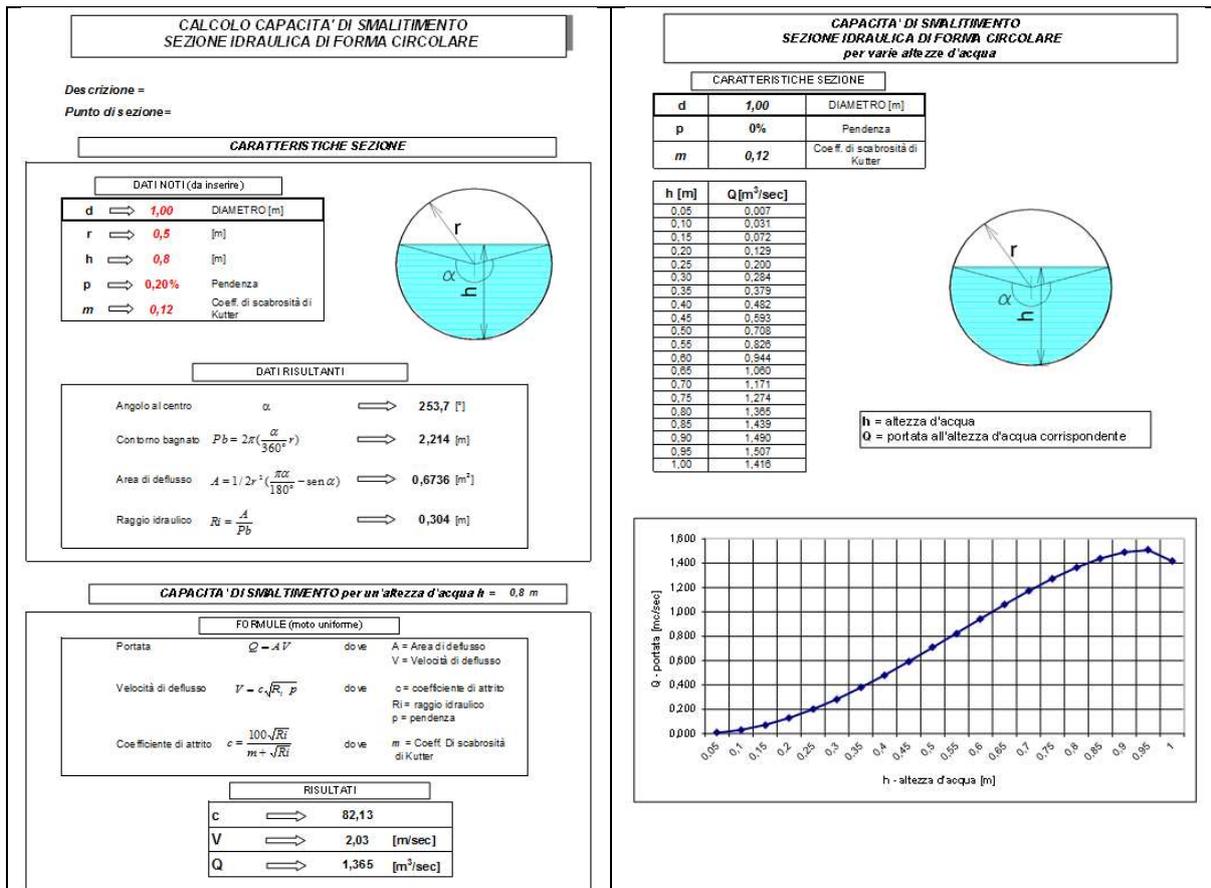


Figura 14 – Verifica delle condotte DN 1000.

Il dimensionamento di cui sopra, adottato per il tratto terminale della rete ma anche per tutto il tratto della dorsale prevista nel sub-comparto Atlas, è cautelativo rispetto alla capacità di smaltimento dei deflussi calcolati, poiché permette di smaltire circa 1.365 l/s, contro i 1.251 l/s di portata di picco calcolata.

Come la buona regola progettuale suggerisce, il riempimento dei condotti è inferiore all'80%.

Il dimensionamento delle condotte delle reti di scolo secondarie interne al lotto, dovrà essere effettuato in sede di progettazione degli interventi edilizi, in ragione delle relative superfici da scolare.

7.2. Dimensionamento sistemi di laminazione

Il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) di Fiorano Modenese ADOTTATO dal CC il 27.09.2018 all'art. 103, comma 8 stabilisce che *"per gli interventi di NC, l'applicazione del principio d'invarianza idraulica (o udometrica) dovrà avvenire attraverso la realizzazione di un volume d'invaso atto alla laminazione delle piene ed idonei dispositivi di limitazione delle portate in uscita, o l'adozione di soluzioni alternative di pari efficacia per il raggiungimento di un valore pari a **500 mc/Ha** di volume di laminazione per ogni ettaro impermeabilizzato."*

Allo stesso comma, viene altresì stabilito che *"per gli interventi di NC in ampliamento (solo per ampliamento superiore al 20% del volume del fabbricato principale) e RE (con demolizione e successiva ricostruzione), l'applicazione del principio di attenuazione idraulica dovrà avvenire attraverso la riduzione della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa, per il raggiungimento di un valore pari a **300 mc/Ha** di volume di laminazione per ogni ettaro impermeabilizzato."*

Gli interventi ricompresi all'interno dell'area dell'Accordo Operativo si configurano come interventi di nuova costruzione (NC), mentre la riqualificazione dell' "Area ex San Lorenzo" da attuare tramite intervento diretto, si configura come intervento di demolizione e ricostruzione (RE).

Pertanto, considerato gli interventi in progetto nell'area in esame, il volume minimo di laminazione così come stabilito dalle norme del RUE comunale risulta:

sub-comparto scolante	Area scolante	Superficie Fondiaria <i>mq</i>	Superficie permeabile prog. <i>mq</i>	Superficie impermeabile <i>mq</i>	Valore invarianza <i>mc/Ha</i>	Volume laminazione necessario <i>mc</i>
ATLAS	Lotto 1a + 1b	71.094	17.587	53.507	500	2.675
	Parcheggio Atlas	8.530	-	8.530	500	427

RELAZIONE IDRAULICA

	ex San Lorenzo	38.580	969	37.611	300	1.128
	Lotto 2	3.840	2.153	1.687	500	84
	Lotto 3	5.226	4.173	1.053	500	53
	<i>TOT</i>	<i>127.270</i>	<i>24.882</i>	<i>102.388</i>	-	4.367
FLORIM	Lotto 4	40.036	7.758	32.278	500	1.614
PUBBLICO	Strada e marciapiede	8.556	-	8.556	500	428
	Parcheggio Florim	2.258	-	2.258	500	113
	<i>TOT</i>	<i>10.814</i>	-	<i>10.814</i>	-	541

Tabella 6 – Risultati del dimensionamento della vasca di laminazione utilizzando 500 mc/Ha per interventi di NC e 300 mc/Ha per intervento di RE.

7.2.1. Sub-comparto Atlas

Il volume di laminazione necessario per garantire l'invarianza idraulica del sub-comparto Atlas, pari a 4.367 mc (Tabella 6), è stato ottenuto moltiplicando le superfici impermeabili dei Lotti 1a, 1b, 2, 3 e del parcheggio Atlas per il valore di invarianza idraulica, pari a 500 mc/Ha. A tale volume si è aggiunto anche il contributo dell'area ex San Lorenzo, che come detto scolerà nel nuovo sistema di gestione delle acque meteoriche del sub-comparto Atlas, moltiplicando la superficie impermeabile per il valore di 300 mc/Ha di invarianza idraulica, essendo tale sub-comparto già urbanizzato.

Per ottenere un volume di laminazione che garantisca quanto sopra definito, si prevede di realizzare una vasca interrata nell'area del nuovo parcheggio ad ovest del sub-comparto, che si svilupperà in lunghezza dall'accesso dalla nuova strada sino a via Montegrappa, con dimensioni indicative di circa 20x100 metri, con profondità compresa tra 2-2,5m, che aumenta da sud verso nord, per permettere lo scorrimento per gravità delle acque verso lo scarico.

Il volume della vasca di laminazione prevista sarà pari a circa **4.500 mc**, superiore ai 4.367 mc richiesti da normativa.

L'ingresso delle acque raccolte dalla rete scolante le aree del Lotto 1a, Lotto 1b ed ex San Lorenzo, avverrà dal lato est della vasca ipotizzando due possibili allacci a sud e a nord della vasca. Nella vasca confluiranno anche le acque intercettate dal parcheggio Atlas che si realizzerà sopra la vasca stessa e quelle del Lotto 2.

Al fine di restituire istantaneamente al recettore finale la portata che la stessa area avrebbe generato nelle condizioni attuali, ovvero priva di urbanizzazione, si è calcolata la portata in uscita consentita.

Considerando le aree dell'Accordo Atlas che scaricano nel sistema di laminazione, pari ad una superficie complessiva di circa 8,3 Ha (Lotto 1a, 1b, 2 e parcheggio pubblico), ed assimilandole ad aree agricole con coefficiente udometrico assunto

pari a 10 l/s per Ha, risulta una portata in uscita di 83 l/s. Per il Lotto 1c (verde) e il Lotto 3 si prevede lo scarico direttamente nel Rio Spezzano.

A tale portata relativa alla sola area dell'Accordo Atlas, deve essere aggiunta quella relativa all'area ex San Lorenzo, che attualmente scarica con un condotto sottopassante l'area "Motovario" per poi collettare le acque nel sistema di scolo ad est di via Giardini.

Per rendere indipendente il sistema di smaltimento delle acque della ex San Lorenzo, si è deciso, come detto, di indirizzare il recapito delle acque nel nuovo sistema di gestione del comparto Atlas, così da sfruttare la nuova vasca di laminazione prevista al di sotto del nuovo parcheggio nella zona occidentale dell'area, appositamente dimensionata, e contribuire in modo significativo alla soluzione delle criticità esistenti nel nodo di Ubersetto.

Il contributo allo scarico della vasca di laminazione della quota ex San Lorenzo è stato quantificato assumendo un valore del coefficiente udometrico pari a 30 l/s, cautelativi rispetto ai 50 l/s/ha solitamente utilizzati per quantificare la portata scolante dei comparti già impermeabilizzati. Considerando una superficie scolante dell'area ex San Lorenzo di 3,86 Ha, risulta una portata di 116 l/s.

Pertanto, la portata in uscita consentita dall'intero bacino considerato (area Accordo Atlas e area ex San Lorenzo) risulta pari a circa 199 l/s massimi (83 l/s + 116 l/s), che sarà garantita mediante uno scarico con bocca tarata indicativamente avente sezione 300 mm, da posizionarsi nella parte settentrionale della vasca di laminazione, collegato direttamente allo scatolare del Rio Spezzano che passa nelle immediate vicinanze.

Viste le quote topografiche dell'area, e nello specifico la quota di scorrimento del canale ricettore posto a 108 m s.l.m., la profondità della vasca è prevista ad una quota di 108,5 m s.l.m. che sarà raggiunta nella sua parte più settentrionale, in modo che la vasca stessa potrà essere svuotata per gravità dotando il tubo di scarico di una valvola di non ritorno.

Di seguito si riporta la planimetria della vasca di laminazione in Figura 15 e una sezione esemplificativa in Figura 16.

RELAZIONE IDRAULICA

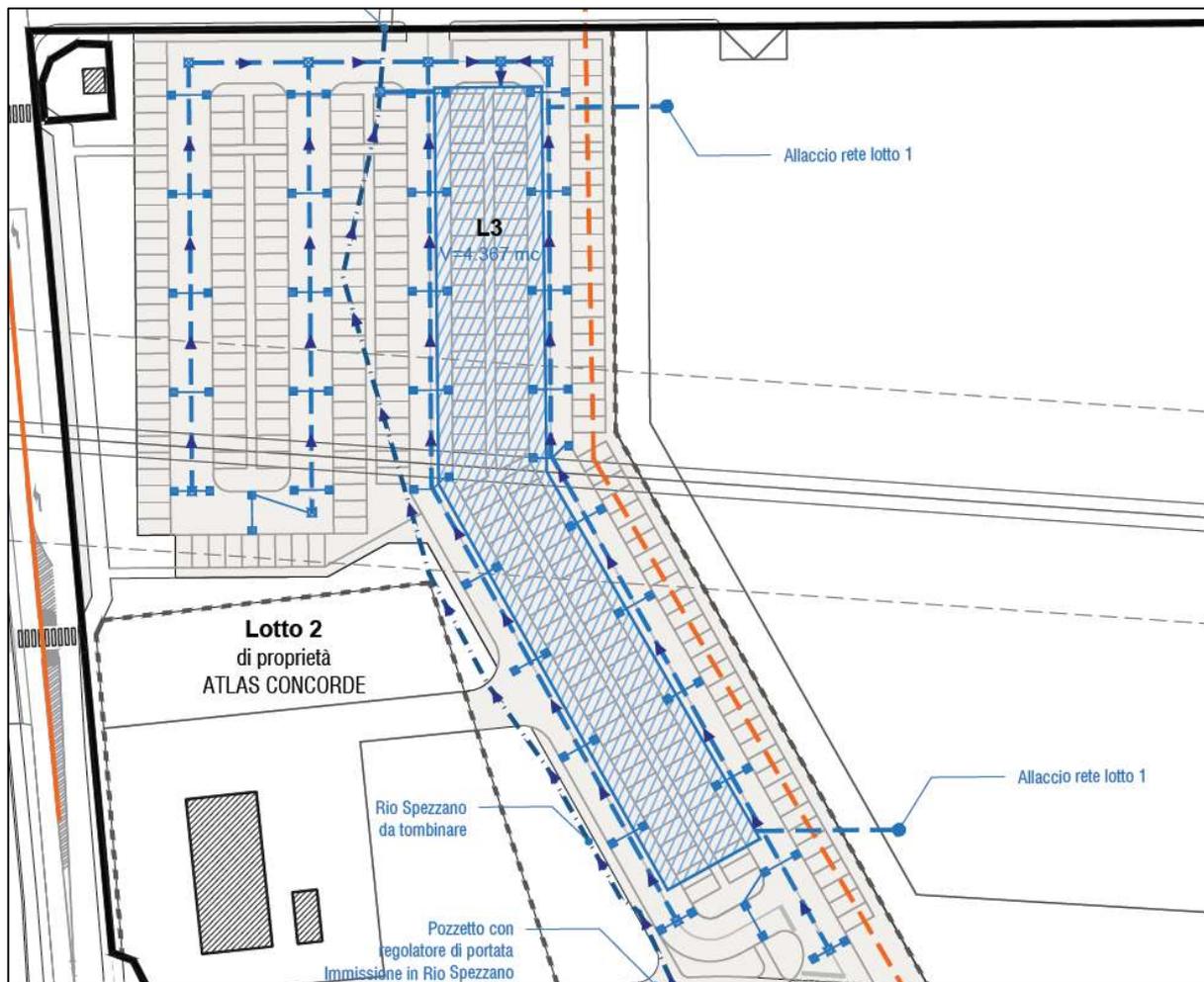


Figura 15 – Planimetria di progetto della vasca di laminazione a servizio del comparto Atlas prevista sotto al parcheggio pubblico Atlas.

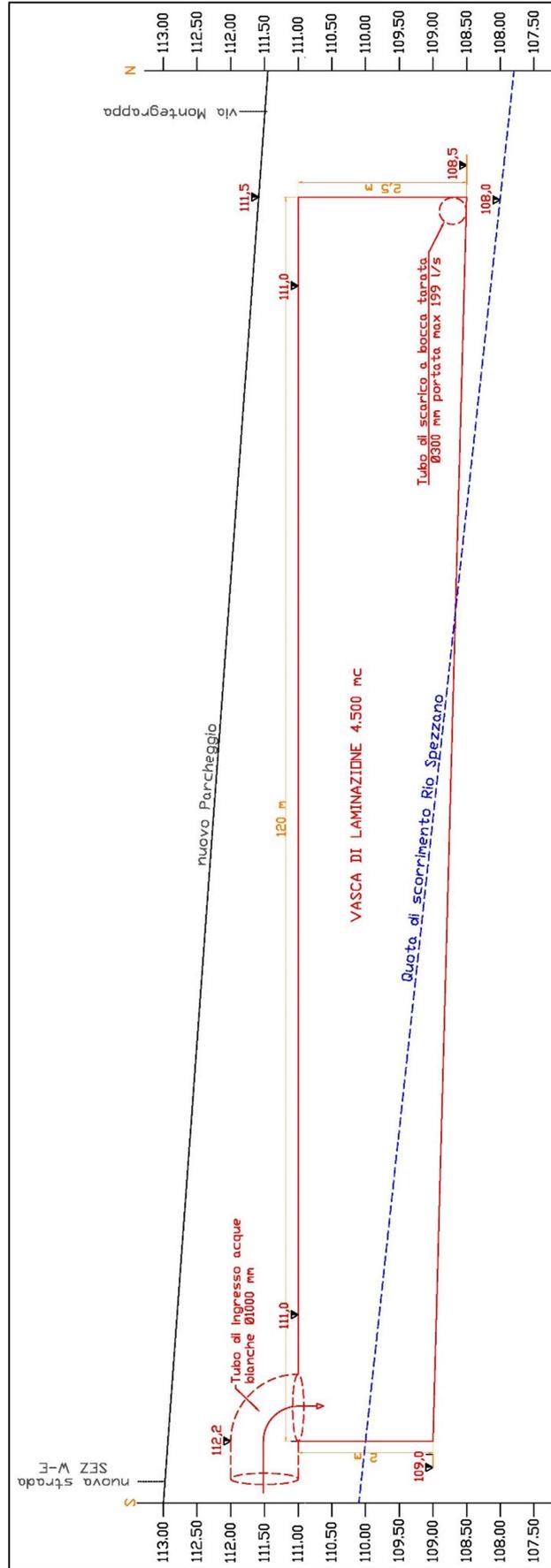


Figura 16 – Sezione tipo della vasca di laminazione di volume pari a 4.500 mc prevista al di sotto del nuovo parcheggio nell' area nord-ovest.

7.2.2. Sub-comparto Florim

Il volume di laminazione necessario per garantire l'invarianza idraulica del sub-comparto Florim, pari a 1.614 mc (Tabella 6), è stato ottenuto moltiplicando la superficie impermeabile del Lotto 4 per il valore di invarianza idraulica, pari a 500 mc/Ha.

Per ottenere un volume di laminazione che garantisca quanto sopra definito, si prevede di realizzare un sistema di condotte sovradimensionate sul perimetro del lotto edificabile, sul fianco est, sud e ovest del futuro edificio, nonché uno scatolare sul lato settentrionale e in parte anche sul lato occidentale.

Nello specifico, si prevede la posa di collettori di diametro DN 1200 in calcestruzzo, per una lunghezza complessiva di 425 metri lineari, che consentono di accumulare un volume di circa 480 mc. Gli scotalari sono previsti di dimensione 3x1,5 metri per una lunghezza complessiva di 255 m lineari, che consentono di accumulare un volume di circa 1.148 mc.

Il volume complessivo delle condotte sovradimensionate e degli scotalari previsti sarà pari a circa **1.628 mc**, superiore ai 1.614 mc richiesti da normativa.

Le acque provenienti dalle superfici coperte e impermeabili del lotto, saranno indirizzate all'interno delle dorsali sovradimensionate e degli scotalari, i quali convoglieranno le acque verso la zona nord-ovest del comparto ove mediante un pozzetto con portata regolata saranno scaricate nella nuova dorsale principale di acque bianche prevista lungo la nuova arteria stradale in progetto.

Al fine di restituire istantaneamente al recettore finale la portata che la stessa area avrebbe generato nelle condizioni attuali, ovvero priva di urbanizzazione, si è calcolata la portata in uscita consentita.

Assimilando l'area dell'Accordo Florim ad area agricola, pari ad una superficie di circa 4 Ha, con coefficiente udometrico assunto pari a 10 l/s per Ha, risulta una portata in uscita di 40 l/s.

Pertanto, la portata in uscita consentita dall'intero bacino considerato (area Accordo Florim) risulta pari a circa 40 l/s massimi, che sarà garantita mediante uno scarico con bocca tarata indicativamente avente sezione 130 mm, da posizionarsi nel pozzetto terminale della rete di raccolta delle acque meteoriche interna al comparto, prima del suo collegamento con la dorsale principale prevista lungo la nuova arteria stradale.

Di seguito si riporta la planimetria del sistema di laminazione.

RELAZIONE IDRAULICA

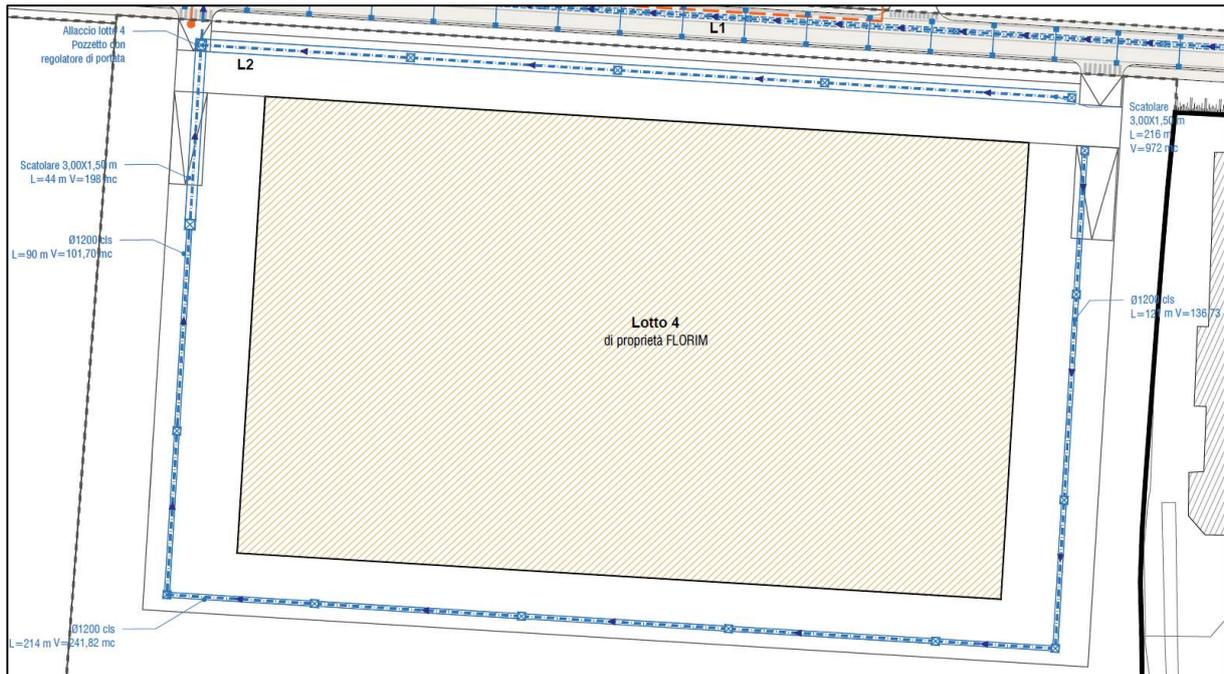


Figura 17 – Planimetria di progetto del sistema di laminazione del comparto Florim, costituito da condotte sovradimensionate e scatolare di contorno al futuro edificio.

7.2.3. Viabilità e parcheggio pubblico

Il volume di laminazione necessario per garantire l'invarianza idraulica della viabilità pubblica, pari a 541 mc (Tabella 6), è stato ottenuto moltiplicando la superficie impermeabile della nuova arteria stradale e del parcheggio Florim previsto nella zona orientale dell'area di Accordo Operativo, per il valore di invarianza idraulica, pari a 500 mc/Ha.

Per ottenere un volume di laminazione che garantisca quanto sopra definito, si prevede di realizzare una condotta sovradimensionata lungo la nuova arteria stradale.

Nello specifico, si prevede la posa di un collettore di diametro DN 1200 in calcestruzzo, per una lunghezza complessiva di 512 metri lineari, che consentono di accumulare un volume di circa 585 mc.

Il volume complessivo della condotta sovradimensionata prevista sarà pari a circa **585 mc**, superiore ai 541 mc richiesti da normativa.

Le acque intercettate dalla superficie della sede stradale saranno indirizzate direttamente all'interno della dorsale sovradimensionata, mentre le acque intercettate dal parcheggio confluiranno prima nella rete di raccolta interna al parcheggio poi collettate nella dorsale principale.

Al fine di restituire istantaneamente al recettore finale la portata che la stessa area avrebbe generato nelle condizioni attuali, ovvero priva di urbanizzazione, si è calcolata la portata in uscita consentita.

Considerando le aree dell'Accordo che scaricano nel sistema di laminazione pubblico, pari ad una superficie complessiva di circa 2,5 Ha (strada, verde di cessione est e parcheggio pubblico Florim), ed assimilandole ad aree agricole con coefficiente udometrico assunto pari a 10 l/s per Ha, risulta una portata in uscita di 25 l/s.

Dato che nella zona centrale della dorsale stradale vengono collettate anche le acque già laminate in uscita dal comparto Florim posto a sud, la portata in uscita del sistema di laminazione pubblico dovrà tenere in considerazione anche tale contributo, stimato precedentemente in 40 l/s.

Pertanto, lo scarico del sistema di laminazione della dorsale prevista lungo la nuova strada, dovrà garantire una portata massima di 65 l/s complessivi (25 l/s + 40 l/s), che si potrà ottenere con una bocca tarata indicativamente avente sezione 160 mm, da posizionarsi nella parte terminale della rete, prima del collegamento allo scatolare del Rio Spezzano nella zona occidentale.

Di seguito si riporta la planimetria del sistema di laminazione.

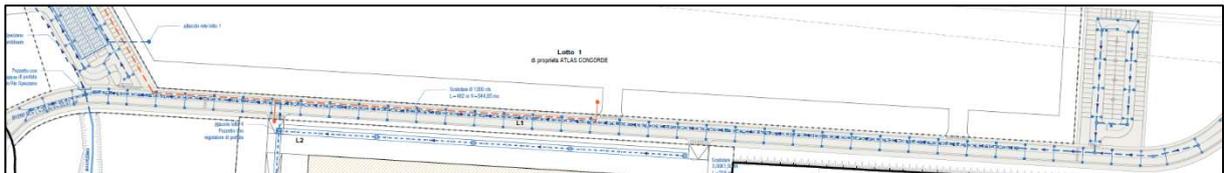


Figura 18 – Planimetria di progetto del sistema di laminazione del comparto pubblico costituito da una dorsale sovradimensionata lungo la nuova arteria stradale.

7.3. Dimensionamento attraversamento stradale e tombinamento del Rio Spezzano

Nell'area dell'Accordo Operativo è prevista la realizzazione di una nuova strada che nella parte più occidentale attraverserà il corso del Rio Spezzano.

Per garantire l'officiosità idraulica del Rio in corrispondenza dell'attraversamento stradale in progetto, si sono considerate le sezioni del corso d'acqua a monte e a valle del ponte, la prima costituita da un canale in terra a sezione trapezoidale a cielo aperto, la seconda da uno scatolare in cls di dimensione 2x2 metri.

Inoltre, in ragione del contesto intensamente urbanizzato nel quale si colloca l'area in esame, la capacità di deflusso è stata valutata considerando anche i contributi che il corso d'acqua riceve dal reticolo di scolo esistente della zona, con particolare riferimento ai maggiori nodi idraulici precedentemente individuati. Nello specifico, il maggiore contributo è dato dalla somma della portata in uscita dal bacino di laminazione esistente Florim con le acque provenienti dal nuovo capannone già

esistente sempre di proprietà Florim, complessivamente pari a 1,9 mc/s (Studio idrologico Rio Spezzano²).

A questa portata si aggiunge il volume che scaricherà la vasca di laminazione a servizio dell'ampliamento Ferrari ancora in progetto, stimato in 65 l/s.

Pertanto, in via cautelativa, l'officiosità idraulica dell'attraversamento è stata valutata considerando una portata di colmo piena pari a 2 mc/s.

La sezione di monte, di cui uno schema è riportato in Figura 19, ha forma trapezoidale, di larghezza 8 m tra i cigli delle due sponde e circa 50 cm dell'alveo in cui scorre il rio. Il piano stradale è posto alla quota di 113 m s.l.m., mentre l'alveo scorre alla quota di 110 m s.l.m.; considerando uno spessore del piano stradale di circa 50 cm, risulta una luce del ponte di altezza pari a 2,5 m. Considerando uno spessore della lama d'acqua di 1 m, quindi lasciando un franco libero di 1,5 metri tra la base del ponte e la superficie dell'acqua, la capacità di scarico risulta superiore ai 2,8 mc/s (Figura 20), maggiore rispetto ai 2 mc/s necessari.

La sezione di valle corrisponderà all'imbocco del nuovo tratto tombinato nel quale scorrerà il Rio Spezzano sino al limite settentrionale dell'area di Accordo, ove si innesterà nel tratto tombato esistente sotto via Montegrappa. La sezione dello scatolare in cls è prevista di dimensioni 2x2 m, che con un battente idrico di 1 m ha una capacità di scarico superiore ai 12 mc/s (Figura 21).

² Studio idrologico del Rio Spezzano ed acque afferenti chiuso alla sezione di S.P. 467 - Aggiornamento allo stato di fatto e stato di progetto, a cura di Sinergia (marzo 2017)

RELAZIONE IDRAULICA

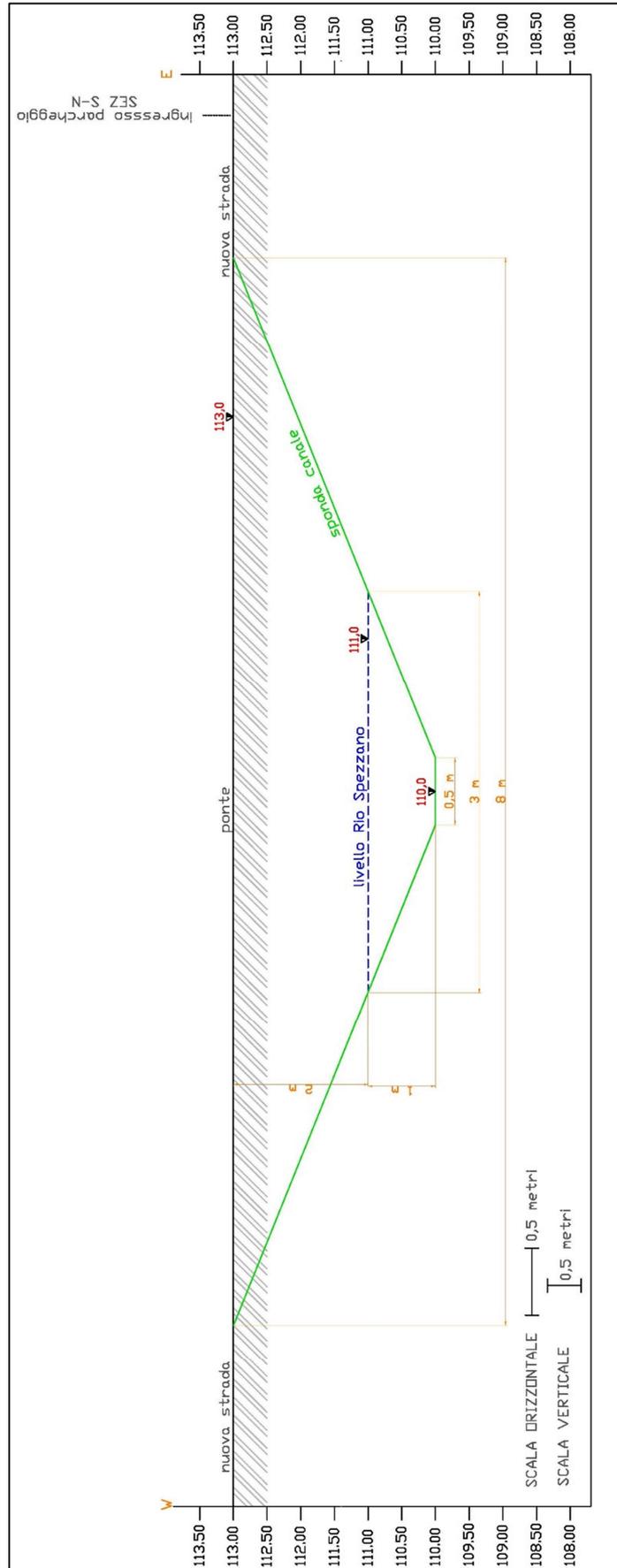


Figura 19 – Sezione di monte del Rio Spezzano in corrispondenza del ponte della nuova strada in progetto. Le quote si riferiscono a metri sul livello del mare

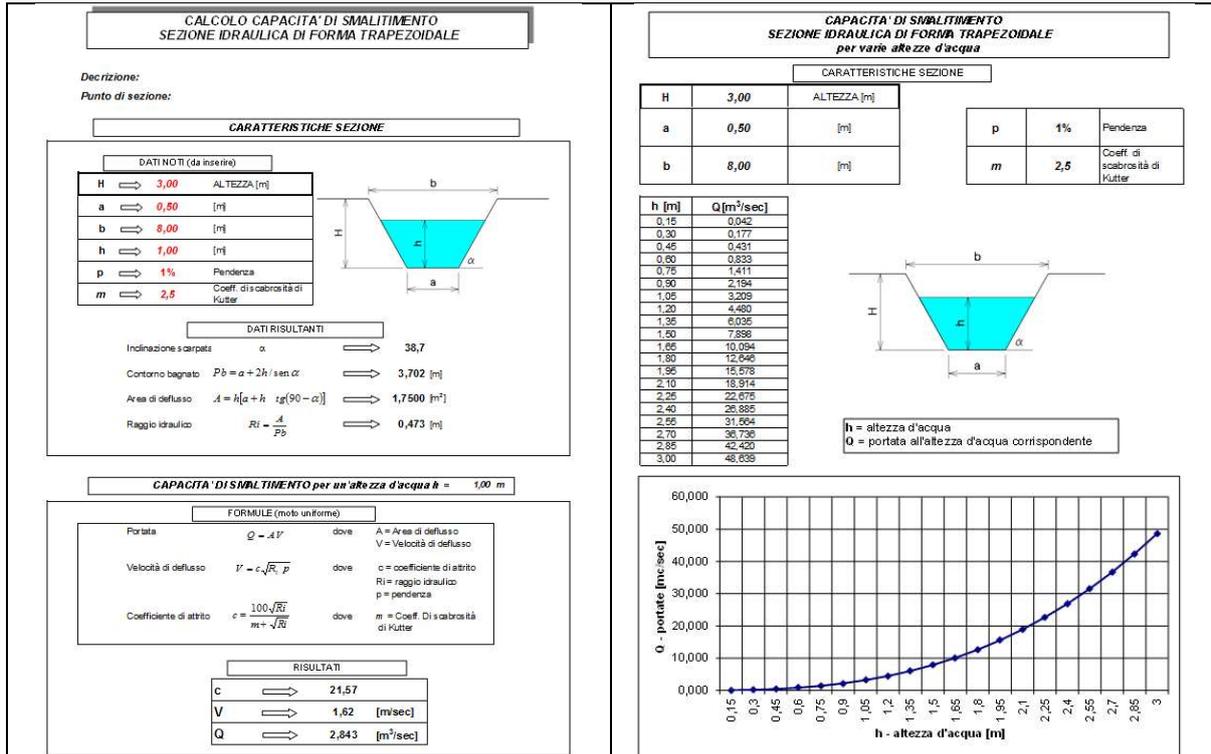


Figura 20 – Verifica della sezione trapezoidale a monte dell'attraversamento stradale.

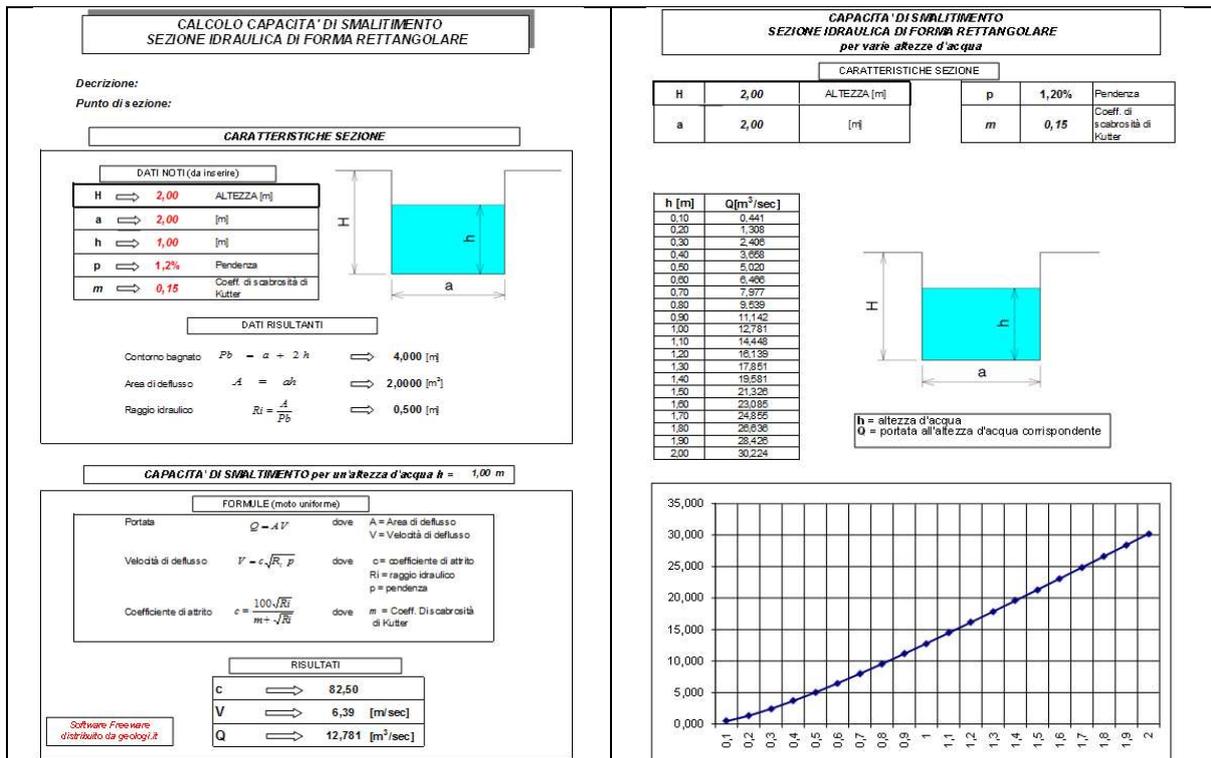


Figura 21 – Verifica dello scatolare a sezione quadrata a valle dell'attraversamento stradale.

Modena, 7/05/2021

Dott. Geol. Valeriano Franchi