

Proprietà
S.C. EVOLUTION S.P.A.
Via Manzoni, 41 Milano
Sede Amministrativa:
Via La Rosa n.354 Piantedo (SO)

NUOVO STABILIMENTO RIGAMONTI

MONTAGNA IN VALTELLINA - SONDRIO

PERMESSO DI COSTRUIRE



POLITECNICA
BUILDING FOR HUMANS

RIGAMONTI
Qualità dal 1913

Committente:
SALUMIFICIO RIGAMONTI S.P.A
Via Nazionale dello Stelvio,973
23030 MONTAGNA VALTELLINA (SO)
tel.0342 535111
info@rigamontisalumificio.it

Amministratore Delegato:
DOTT. CLAUDIO PALLADI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Arch. Corrado Giacobazzi

RESP. PROG. ARCHITETTONICA
Ing. Arch. Corrado Giacobazzi
Arch. Stefano Maffei

RESP. PROG. STRUTTURALE
Ing. Luciano Gasparini
Ing. Tommaso Conti

RESP. PROG. IMPIANTI MECCANICI
Ing. Marco Balestrazzi
Ing. Ferdinando Sarno

RESP. PROG. IMPIANTI ELETTRICI
E SPECIALI
P.I Emanuela Becchi
Ing. Davide Messori

RESP. PROG. IDRAULICA
ED INFRASTRUTTURALE
Ing. Stefano Ripari

RESP. PROG. VIABILITA'
Ing. Alessio Gori

COORD. SICUREZZA IN PROGETTO
Ing. Claudio Pongolini

RESPONSABILE RAPPORTI CON
GLI ENTI E PROG. URBANISTICA
Arch. Maria Cristina Fregni

RESP. PROG. PAESAGGISTICA
Arch. Maria Cristina Fregni
Arch. Paola Gabrielli

RESP. PROG. INDUSTRIALE
P.I. Giulio Selmi

RESP. PREVENZIONE INCENDI
P.I. Emanuela Becchi
Ing. Massimo Fiorini

RESP. PROG. ACUSTICA
Ing. Claudio Pongolini
Arch. Matteo Falcini

COLLABORATORI
Ing. Gabriele Brighenti
Arch. Ilaria Cerini
Arch. Daniela Corsini
Ing. Marco Corvino
Arch. Teresa Loprevite
Arch. Sonia Porpiglia
Ing. Massimiliano Roberto
Ing. Alessandro Romei
Ing. Stefano Tronconi

ELABORATO

OPERE DI URBANIZZAZIONE E RETI

OPERE GENERALI

RELAZIONE IDROLOGICA, IDRAULICA E INVARIANZA IDRAULICA

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
00PC	OU	RT01	2	0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
01	00PC_OU_RT01_20_4929	4929	-	A4

REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	EMISSIONE	11.06.2021	A.Romei	S.Ripari	C.Giacobazzi

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA	5
3.1	Pericolosità idraulica.....	5
3.2	Esondazioni storiche fiume Adda.....	7
4	RETI FOGNARIE ESISTENTI	9
4.1	Punto di recapito rete acque meteoriche	10
4.2	Rete acque reflue.....	10
5	ANALISI E MODELLAZIONE IDROLOGICA	12
5.1	Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica	12
5.2	Scenari di verifica	15
6	SOSTENIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO	17
6.1	Calcolo superficie scolante impermeabile	19
6.2	Manufatti di laminazione	19
6.2.1	Calcolo del volume della vasca di laminazione.....	20
7	MODELLAZIONE NUMERICA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE	25
7.1	Descrizione generale software di modellazione (<i>Autodesk Storm and Sanitary Analysis</i>).....	25
7.2	Breve descrizione della routine idrologica	26
7.2.1	Caratteristiche delle precipitazioni	27
7.2.2	Deflusso superficiale	27
7.2.3	Infiltrazione	28
7.3	Struttura e funzionamento della routine idraulica	34
7.3.1	Equazioni fondamentali del codice	35
7.3.2	Schematizzazione degli elementi che compongono una rete di drenaggio	36
7.3.3	Parametri idraulici utilizzati nella modellazione.....	38

8	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE E DELLE OPERE DI LAMINAZIONE.....	39
8.1	Descrizione generale della rete	39
8.2	Elementi che compongono la rete.....	41
8.2.1	Sottobacini	41
8.2.2	Nodi	47
8.2.3	Rami	48
8.3	Caratteristiche geometriche della vasca di laminazione interrata e dei relativi manufatti.....	51
8.3.1	Manufatto di regolazione delle portate - vasca di laminazione.....	54
8.4	Caratteristiche geometriche dello scolare di laminazione interrato e dei relativi manufatti	55
8.4.1	Manufatto di regolazione delle portate - scolare di laminazione.....	58
8.5	Dimensionamento canaline grigliate	59
9	RISULTATI MODELLAZIONE RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE.....	62
9.1	Scenari di verifica	63
9.2	Risultati modellazione per verifica rete – scenario A	63
9.1	Risultati modellazione per dimensionamento vasca di laminazione – scenario B e C	75
9.1.1	Tempo di scarico e svuotamento manufatto di laminazione	76
10	RETE FOGNARIA ACQUE REFLUE	77
10.1	Configurazione della rete di collettamento delle acque reflue.....	77
10.2	Dimensionamento Vasche Imhoff e degrassatore.....	79
11	MATERIALI	80
11.1	TUBAZIONI IN PVC.....	80
11.2	POZZETTI DI ISPEZIONE	80
12	PIANO DI MANUTENZIONE	81
12.1.1	Manutenzione ordinaria	81
12.1.2	Manutenzione straordinaria.....	82

1 PREMESSA

Nella presente relazione tecnica ed illustrativa, inerente alla progettazione del nuovo stabilimento produttivo di Rigamonti sito nel comune di Montagna in Valtellina (Sondrio), verranno affrontati i seguenti principali argomenti:

- acquisizione delle reti esistenti;
- inquadramento idraulico dell'area;
- calcolo delle precipitazioni di progetto;
- sostenibilità idraulica dell'intervento relativamente all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica;
- configurazione e dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche e delle opere di laminazione;
- configurazione della rete di smaltimento delle acque reflue.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

LEGISLAZIONE NAZIONALE:

D. lgs. 03 Aprile 2006, N° 152

Norme in materia ambientale

LEGISLAZIONE REGIONALE:

Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7

Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio). D.G.R. 18 Dicembre 2006, N° 1860

Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 (supplemento al BURL n.17 di mercoledì 24 aprile 2019)

Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7

NORME TECNICHE:

Norma UNI EN 12056-3

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

Norma UNI EN 1401

Tubi e raccordi in cloruro di polivinile non plastificato (PVC-U) per sistemi di tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione area "U" e "UD"

UNI EN 12056-2

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno di edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo

3 INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA

3.1 Pericolosità idraulica

Come confermato dal responsabile dei servizi tecnici e sportello unico delle attività produttive del comune, **nell'area di interesse non sussistono particolari limitazioni di carattere idraulico, in quanto la stessa ricade in zona a pericolosità bassa L del PGRA e in FASCIA C del PAI.**

Ai sensi dell'Art. 31 delle N.d.A. del PAI, per le aree ricadenti in fascia C sono necessari programmi di previsione e prevenzione da parte degli Enti competenti, che, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile.

Di seguito un estratto della tav. CG08C CARTA PAI-PGRA (Nov. 2018) della Variante al piano di governo del territorio



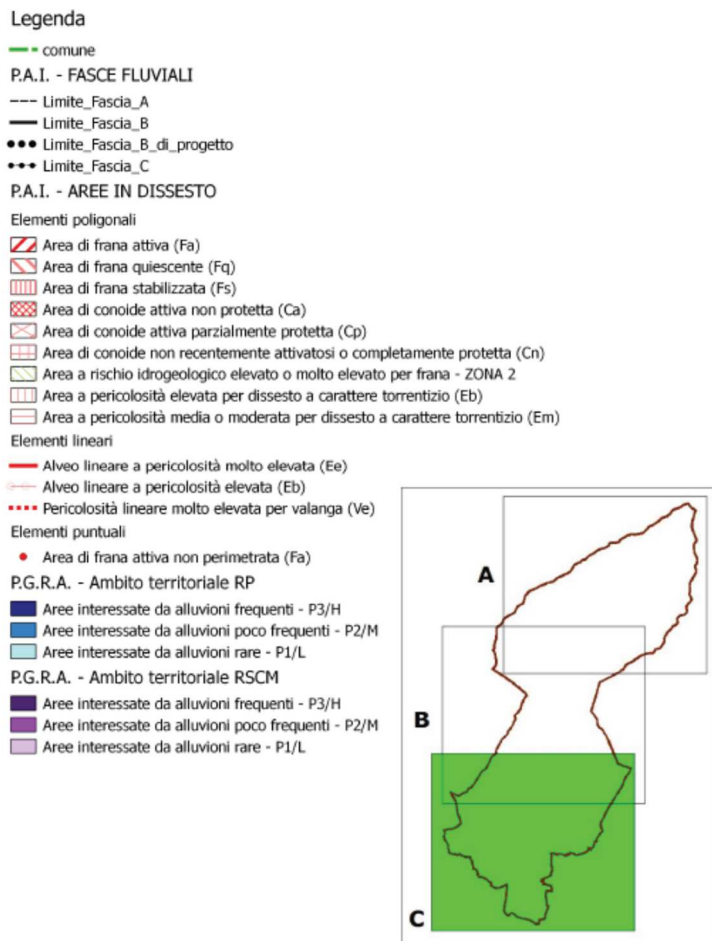


Figura 1: Estratto carta PAI-PGRA e relativa legenda

Per completezza si riporta di seguito la normativa di riferimento per tali aree.

Ai sensi della Delibera Regionale “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA)” all’Articolo 3.1.4 Disposizioni per i corsi d’acqua già interessati nella pianificazione di bacino vigente dalla delimitazione delle fasce fluviali si afferma che:

“...c) nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni di cui all’art. 31 delle N.d.A. del PAI.”

Pertanto si riporta per esteso di seguito il sopracitato Art. 31 delle N.d.A. del PAI

Art. 31 delle N.d.A. del PAI - Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

“1. Nella Fascia C il Piano persegue l’obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

2. I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.

3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L.183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000."

3.2 Esondazioni storiche fiume Adda

Analizzando lo shape file "Esond_stor_Adda_Sopralacuale_e_Mera_1987_Rlombardia" l'Adda pare non aver mai interessato l'area di intervento (immagine seguente).

Ad ulteriore conferma si riportano i battenti del Fiume Adda, ricavati tramite lo shape "Sezioni" dei corsi d'acqua per eventi con vari tempi di ritorno (Tr 20 anni, Tr 200 anni e Tr 500 anni) e che risultano contenuti dal rilevato arginale in destra idraulica che ha quota superiore a 295 m s.l.m.:

-	Tr 20 anni	=	291.63 m. s.l.m.
-	Tr 200 anni	=	292.71 m. s.l.m.
-	Tr 500 anni	=	292.94 m. s.l.m.

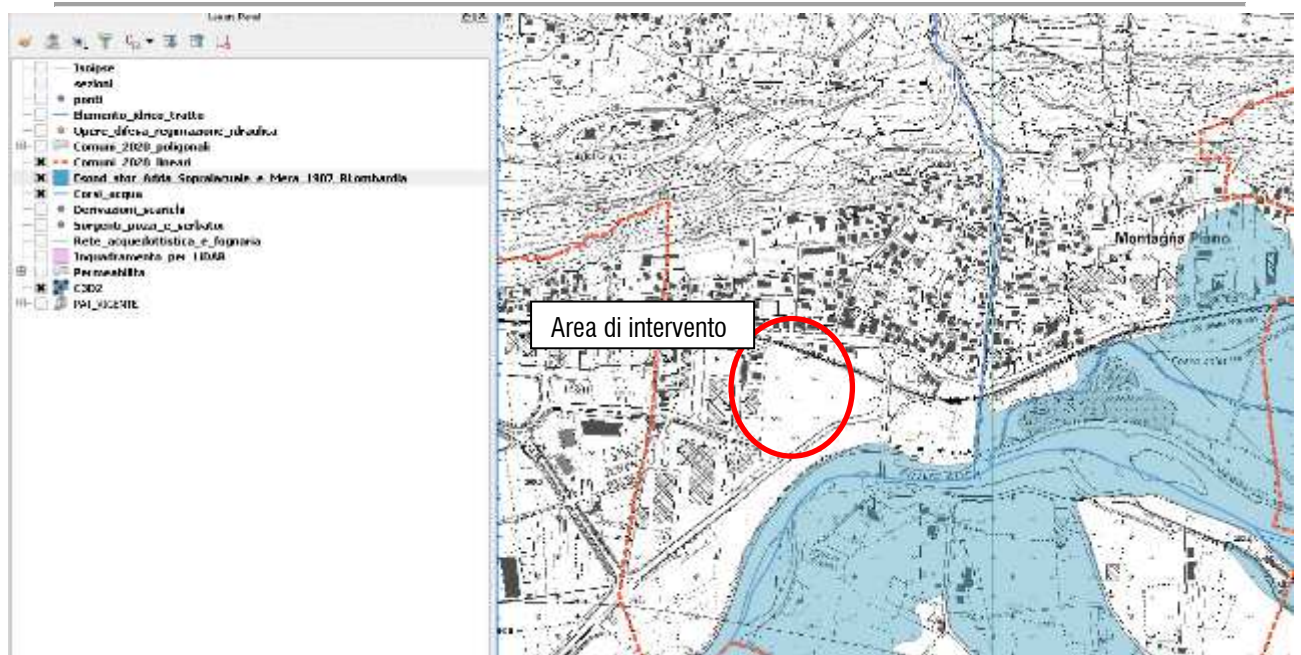


Figura 2: Estratto carta esondazioni storiche

4 RETI FOGNARIE ESISTENTI

L'ente gestore delle reti fognarie acque reflue esistenti risulta essere S.EC.AM. spa (Società per l'Ecologia e l'Ambiente), che gestisce anche la rete acquedottistica, mentre le reti acque meteoriche sono in gestione all'ufficio tecnico del comune di Montagna in Valtellina.

Le reti fognarie esistenti sono state individuate sulla base di:

- cartografie disponibili:
 - tavola delle reti esistenti (Tav. 04) – PUGSS Comunale
 - planimetria generale di insieme (Tav.01ED) - Collettore dal depuratore di Piateda al collettore di via Samaden a Sondrio – fornita da S.EC.AM.
- sopralluogo eseguito in data 26 marzo 2021 congiuntamente ai tecnici di S.EC.AM.
- rilievo topografico (marzo – aprile 2021)

Nella seguente immagine si riporta un estratto della Planimetria reti esistenti (elab. 00PC_OU_B001_20 allegato), alla quale si rimanda per una maggior dettaglio, che è stata realizzata unendo le informazioni suddette.

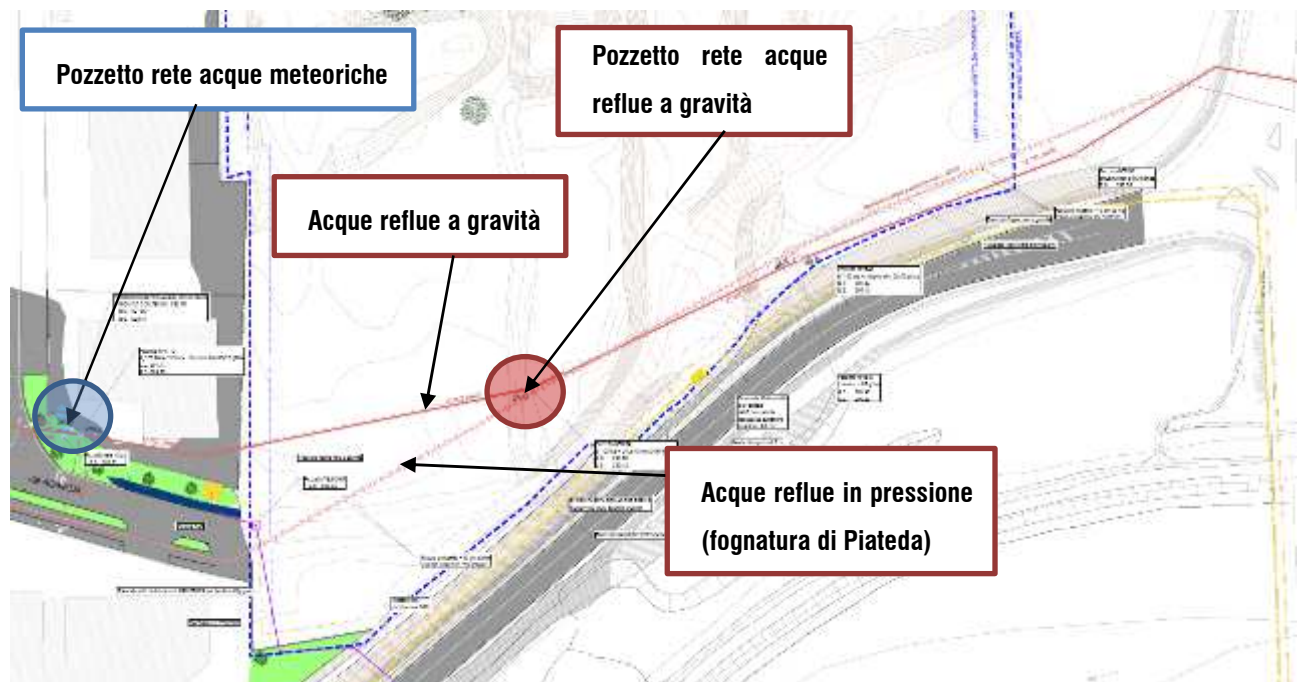


Figura 3: Estratto planimetria reti esistenti (elab. 00PC_OU_B001_20)

In sede di sopralluogo, in accordo con i tecnici S.EC.AM., sono stati individuati i possibili punti di allaccio nei pozzetti delle reti a gravità esistenti, sia della rete acque meteoriche che della rete acque reflue di progetto, evidenziati rispettivamente dal cerchio blu e dal cerchio rosso nell'immagine sopra.

4.1 Punto di recapito rete acque meteoriche

Il pozzetto individuato in accordo con i tecnici S.EC.AM. come punto di recapito della rete acque meteoriche è situato all'interno di un'aiuola in prossimità dell'incrocio tra via Agneda a via del Commercio (immagine seguente).



Figura 4: Fotografie pozzetto rete acque meteoriche

La tubazione in uscita da tale pozzetto ha una quota di scorrimento pari a 290.47 m s.l.m., che costituisce pertanto il vincolo finale nella definizione della rete di scarico a gravità in progetto.

4.2 Rete acque reflue

Come riportato nell'immagine sopra, l'area di intervento è attraversato da due collettori delle acque reflue, che tagliano la zona sud del lotto da est e verso ovest. In particolare si tratta di un collettore da gravità in fibrocemento DN400 (linea continua) e una rete in pressione Pe80 - DN250 (linea tratteggiata).

Lungo il collettore a gravità sono presenti 2 pozzetti che ricadono all'interno del lotto di intervento, in accordo con i tecnici S.EC.AM. è stato individuato il pozzetto più ad ovest dei due, identificato con ID n°1539 nella Tavola 04 del PUGSS (immagine seguente).



Figura 5: Fotografie pozzetto rete acque nere ID n°1539

La tubazione esistente ha una quota di scorrimento pari a 289.42 m s.l.m. (cielo tubo 289.82 m s.l.m.), che costituisce pertanto il vincolo finale nella definizione della rete di scarico a gravità in progetto.

Relativamente alla rete in pressione esistente è stato individuato un solo pozzetto ricadente all'interno dell'area di intervento, identificato con ID n° 1541. In corrispondenza di tale pozzetto la quota di scorrimento della tubazione è pari a 290.32 m s.l.m. (cielo tubo 290.57 m s.l.m.), si rimanda all'elab. 00PC_OU_B001_20 allegato per una maggior dettaglio.

Si evidenzia come sia stata richiesta da S.EC.AM., mediante documento Prot. n. 2680/21 del 22/02/2021, una fascia di rispetto nella gestione di eventuali interferenze con le infrastrutture: *“longitudinalmente è vietata la posa di sottoservizi al di sopra di reti acquedottistiche o fognarie esistenti e per una fascia di larghezza pari a 40 cm rispetto alla superficie esterna delle tubazioni (o dei pozzetti); gli attraversamenti dovranno garantire una distanza di rispetto pari a 40 cm dalle reti esistenti in nostra gestione. Ogni differente risoluzione dovrà essere valutata con la scrivente azienda.”*

Pertanto tutte le reti di progetto verranno posate nel rispetto di tale limite, ad eccezione di alcuni attraversamenti della rete meteorica di progetto nella zona sud-ovest del piazzale, per i quali non risulta possibile rispettare il limite di 40 cm. In particolare la condizione più critica si verifica in corrispondenza dell'attraversamento della tubazione di scarico della vasca di laminazione prevista allo stato di progetto, che risulterà avere quota di scorrimento circa 15 cm dal cielo del tubo della rete fognaria esistente in pressione.

Al fine di poter gestire tale interferenza correttamente è stato pertanto preliminarmente contattato l'ente gestore, con l'obiettivo primario di evitare di dover procedere ad una deviazione del tracciato delle reti fognarie esistenti.

Su indicazione dei tecnici di S.EC.AM. è sufficiente mantenere almeno 10-20 cm di distanza in corrispondenza dell'intersezione tra i due tubi e effettuare un adeguato rinfiacco per scongiurare cedimenti della tubazione che possano compromettere la tubazione fognaria sottostante.

Anche per gli altri attraversamenti della rete di acque meteoriche di progetto nella zona sud-ovest del piazzale, che avranno comunque una differenza di quota di almeno 30 cm tra quota di scorrimento e cielo tubazione in pressione, si prevede lo stesso tipo di rinfiacco.

Si specifica inoltre che è stato assunto cautelativamente che la tubazione in pressione esistente sia orizzontale e non in pendenza nella direzione di scorrimento e pertanto che anche nella zona sud-ovest la quota cielo tubo sia la medesima di quella misurata al pozzetto n°1541, si rimanda alle fasi successive l'esatta definizione di tale quota.

5 ANALISI E MODELLAZIONE IDROLOGICA

5.1 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Relativamente al calcolo delle precipitazioni di progetto (ai sensi dell'art. 11 comma 2 lettera b del Testo coordinato del R.R. n. 7 del 2017, così come modificato e integrato dai R.R. n. 7 del 2018 e n. 8 del 2019) i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia.

In particolare il sito di ARPA Lombardia fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$w_T = \varepsilon \cdot \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left[\frac{T}{T-1} \right] \right]^k \right\}$$

in cui:

h = altezza di pioggia in mm;

D = durata in ore;

a1 = coefficiente pluviometrico orario;

wT = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno Tr;

n = esponente della curva (parametro di scala), pari a 0.5 per durate inferiori ad 1 h;

α, ε, k = parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Per la zona di interesse si ottengono i seguenti valori dei parametri:

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	23.42
N - Coefficiente di scala	0.368
GEV - parametro alpha	0.301
GEV - parametro kappa	-0.141
GEV - parametro epsilon	0.772

Tabella 1: Parametri caratteristici linee segnalatrici ricavati da ARPA Lombardia per durate inferiori a 24h

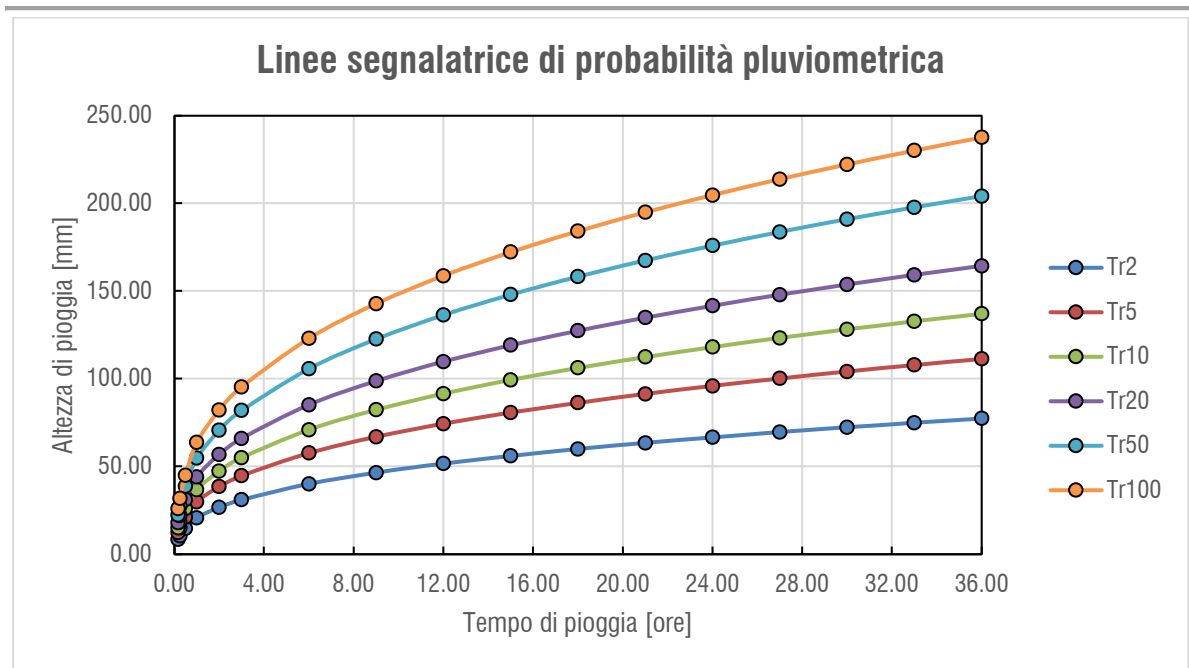


Figura 6: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno ricavate dai parametri caratteristici $d < 24h$

Esse conducono al calcolo dell'intensità di pioggia per differenti durate in funzione del tempo di ritorno

Calcolo dell'intensità di pioggia [mm/h]							
D		Tempo di ritorno					
Durata di pioggia [minuti]	Durata di Pioggia [ore]	TR 2	TR 5	TR 10	TR 20	TR 50	TR 100
10	0.17	50.75	73.06	89.93	107.88	133.99	155.93
15	0.25	41.44	59.66	73.43	88.08	109.40	127.32
30	0.50	29.30	42.18	51.92	62.28	77.36	90.03
60	1.00	20.72	29.83	36.71	44.04	54.70	63.66
120	2.00	13.36	19.24	23.68	28.41	35.28	41.06
180	3.00	10.34	14.89	18.33	21.98	27.30	31.77
360	6.00	6.67	9.60	11.82	14.18	17.61	20.50
540	9.00	5.16	7.43	9.15	10.97	13.63	15.86
720	12.00	4.30	6.20	7.63	9.15	11.36	13.22
900	15.00	3.74	5.38	6.62	7.94	9.87	11.48
1080	18.00	3.33	4.79	5.90	7.08	8.79	10.23
1260	21.00	3.02	4.35	5.35	6.42	7.97	9.28
1440	24.00	2.78	4.00	4.92	5.90	7.33	8.53
1620	27.00	2.58	3.71	4.57	5.48	6.80	7.92
1800	30.00	2.41	3.47	4.27	5.12	6.36	7.41
1980	33.00	2.27	3.27	4.02	4.82	5.99	6.97
2160	36.00	2.15	3.09	3.81	4.57	5.67	6.60

Tabella 2: Intensità di pioggia per differenti durate e tempi di ritorno caratteristiche del sito di intervento

Si specifica che nella tabella e nel grafico riportati in precedenza le curve sono state estese per durate superiori a 24h adottando nel calcolo i medesimi parametri caratteristici delle linee segnalatrici.

Tale scelta è cautelativa rispetto a quanto risulterebbe assumendo come parametri caratteristici quelli ricavati dal portale di ARPA Lombardia per durate comprese tra 1 e 5 giorni riportati di seguito, che conducono a piogge di intensità minore.

Come evidenziato nella tabella seguente, per durate 1-5 giorni il portale ARPA fornisce direttamente il coefficiente wT (coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T_r) oltre ai parametri A1 e n.

Per la zona di interesse si ottengono i seguenti valori dei parametri 1-5 giorni:

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	19.18
N - Coefficiente di scala	0.420
W2 – Tempo di ritorno 2 anni	0.939
W5 – Tempo di ritorno 2 anni	1.223
W10 – Tempo di ritorno 2 anni	1.419
W20 – Tempo di ritorno 2 anni	1.611
W50 – Tempo di ritorno 2 anni	1.886
W100 – Tempo di ritorno 2 anni	2.091
W200 – Tempo di ritorno 2 anni	2.295

Tabella 3: Parametri caratteristici linee segnalatrici ricavati da ARPA Lombardia per durate 1-5 giorni

Si verifica una discontinuità nell'andamento parabolico delle curve in corrispondenza della durata di 24h, dovuta presumibilmente alla differente impostazione statistica tra il *Progetto INTERREG IV/A STRADA* (2013) che conduce al calcolo dei parametri per durate 1-24h e l'analisi per durate 1-5 giorni (*Il regime delle precipitazioni intense sul territorio della Lombardia – 2005*).

Nella seguente immagine, dove si riportano le curve calcolate con i due metodi richiamati sopra, si evidenzia tale discontinuità che risulta più accentuata al crescere del tempo di ritorno dell'evento.

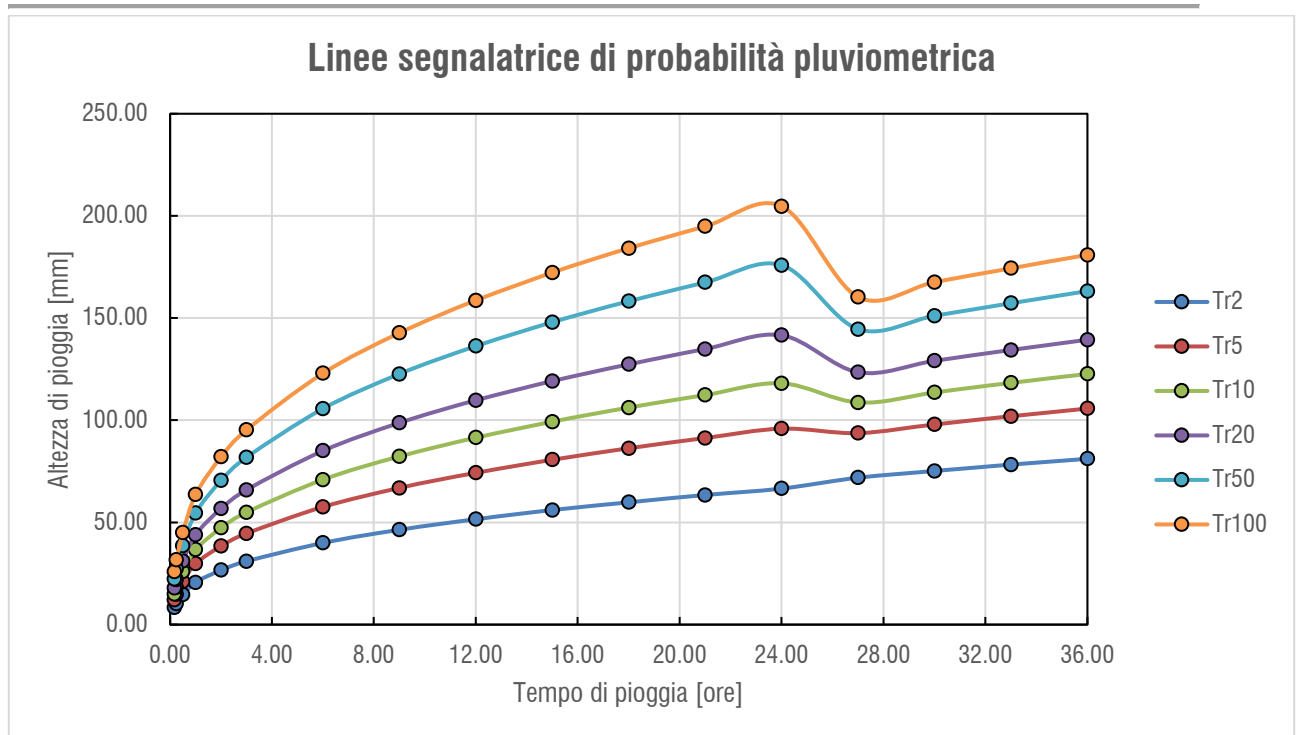


Figura 7: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno ricavate dai parametri caratteristici differenziati per durate 1-24h e per 1-5 giorni

Dato che, come vedremo in seguito le durate critiche per la vasca di laminazione risultano prossime alle 27 h è stato scelto di adottare anche per durate superiori a 24 h i parametri derivanti dal progetto STRADA al fine di avere continuità nei risultati. La scelta è pertanto cautelativa oltre che basata su un'analisi statistica più recente.

5.2 Scenari di verifica

É stato necessario determinare il tempo di corrivazione della rete (t_c) che per definizione è il tempo che impiega la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura. Esso è espresso dalla seguente formula:

$$t_c = t_a + t_r$$

Dove:

t_a = tempo di accesso

t_r = tempo di rete

Il tempo di accesso, è definito come il lasso di tempo che trascorre affinché una goccia di pioggia raggiunga la rete di drenaggio. Il tempo di rete è invece il tempo che impiega la goccia a percorrere il collettore stesso per raggiungere la sezione di chiusura del bacino e può essere esplicitato dal rapporto tra la lunghezza della rete e la sua velocità media.

La letteratura scientifica ci suggerisce di utilizzare un tempo di accesso alla rete compreso tra i 5 e i 10 minuti in funzione della morfologia dell'area. Per il presente progetto si è stimato un tempo di accesso pari a 5 minuti. Per quanto riguarda il tempo di rete, osservando il tratto più lungo della rete di circa 200 m e ipotizzando una velocità media di 0.8 m/s, si ottiene un tempo di rete di circa 5 minuti. Al fine di verificare la bontà progettuale della rete di drenaggio delle acque meteoriche, vista la morfologia e l'estensione della rete di progetto, si è assunto come tempo di corrivazione un tempo di pioggia pari a 10 minuti con un tempo di ritorno pari a 20 anni, che per definizione è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità. Tale valore risulta essere pari a 107.9 mm/h.

Per quanto riguarda le opere di laminazione, invece, sono state adottate delle curve di possibilità pluviometrica con un tempo di ritorno pari a 50 e 100 anni. Iterativamente si è andati a cercare quale fosse la durata critica per ogni sistema di laminazione.

All'interno del software di modellazione sono perciò stati inseriti diversi eventi di pioggia (Rain Gage), caratterizzati da diversi ietogrammi di progetto. Per il dimensionamento e la verifica della rete di progetto è stato utilizzato uno ietogramma sintetico di forma rettangolare caratterizzato da un'intensità di pioggia di 107.9 mm/h costante per tutta la durata dell'evento (10 minuti), pari al tempo di corrivazione della rete in progetto.

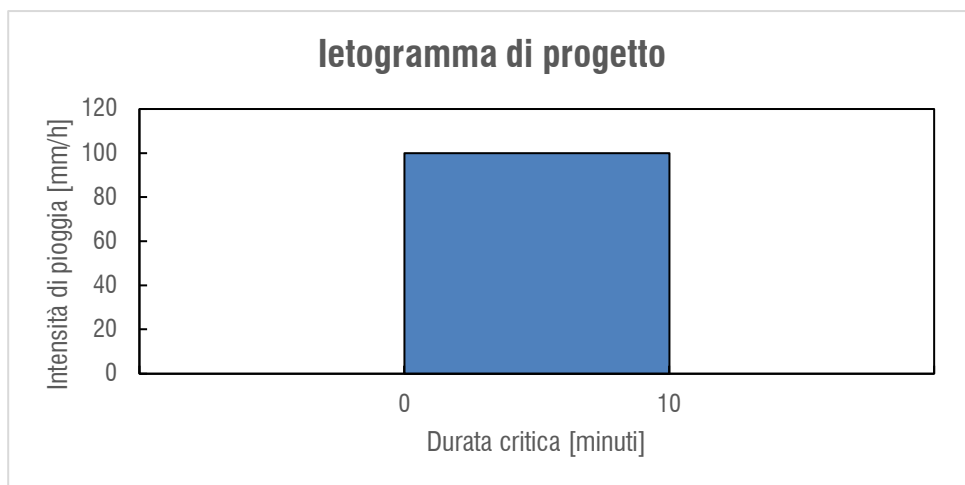


Figura 8 - Ietogramma rettangolare di progetto

6 SOSTENIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

Nel presente paragrafo si analizza la sostenibilità idraulica dell'intervento relativamente all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, ai sensi del *Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7.*

In particolare si evidenzia come l'intervento previsto ricada nella tipologia di intervento n°2 degli schemi riportati nel Regolamento regionale (immagine seguente), in quanto consiste in un intervento di nuova costruzione su pavimentazione nuova, con realizzazione di nuovo scarico in pubblica fognatura; pertanto secondo la norma regionale sono richieste misure di invarianza idrologica idraulica.

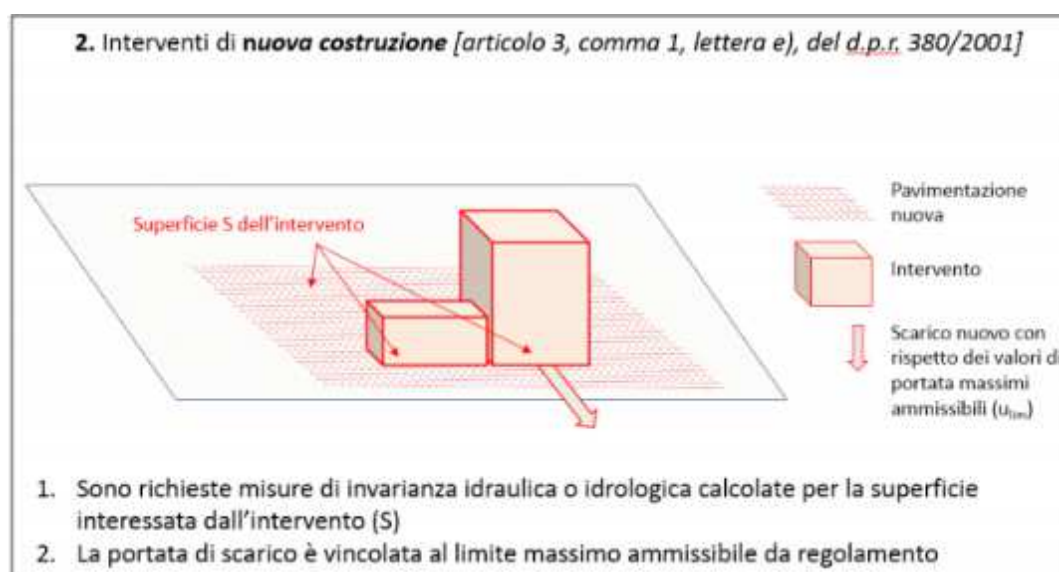


Figura 9 – schema n°2 regolamento regionale 19 aprile 2019

Ai sensi dell'art. 5 (Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali) del R.R., "il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso; la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense. Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui all'articolo 8".

Si prevede pertanto la realizzazione una vasca di accumulo per il riuso delle acque per le cassette dei WC di capacità pari a circa 74 mc. In ingresso in tale vasca scaricano le acque raccolte dalla copertura dell'edificio produttivo.

Mentre la soluzione di scaricare per infiltrazione i volumi in esubero non è percorribile in quanto è prevista la realizzazione di pozzi di emungimento delle acque di falda da usare a scopo di raffreddamento macchine, pertanto l'area di intervento sarà oggetto di vincoli di rispetto delle aree di salvaguardia (pozzi, aree di ricarica della falda, ecc.) indicati nella normativa.

Inoltre per l'area di intervento il livello di soggiacenza della prima falda è molto variabile. Infatti, stante la posizione dell'area e l'elevata conducibilità idraulica dell'acquifero, la falda risente con modesto ritardo del regime delle portate del Fiume Adda, marcatamente governato dallo sfruttamento idroelettrico del suo corso e dei suoi affluenti.

Risulta necessario prevedere una vasca di laminazione delle portate, a monte del ricettore, che entri in funzione in caso di eventi pluviometrici che comportino una portata complessiva raccolta dalla rete superiore al limite massimo scaricabile.

Il comune di intervento rientra tra le aree di classe C, ovvero a bassa criticità idraulica, secondo la suddivisione riportata nell'allegato C del Regolamento Regionale (Allegato C - Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento). Tuttavia l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e come piano attuativo previsto nel piano delle regole (immagine seguente) e pertanto si applicano i limiti delle aree A ad alta criticità.

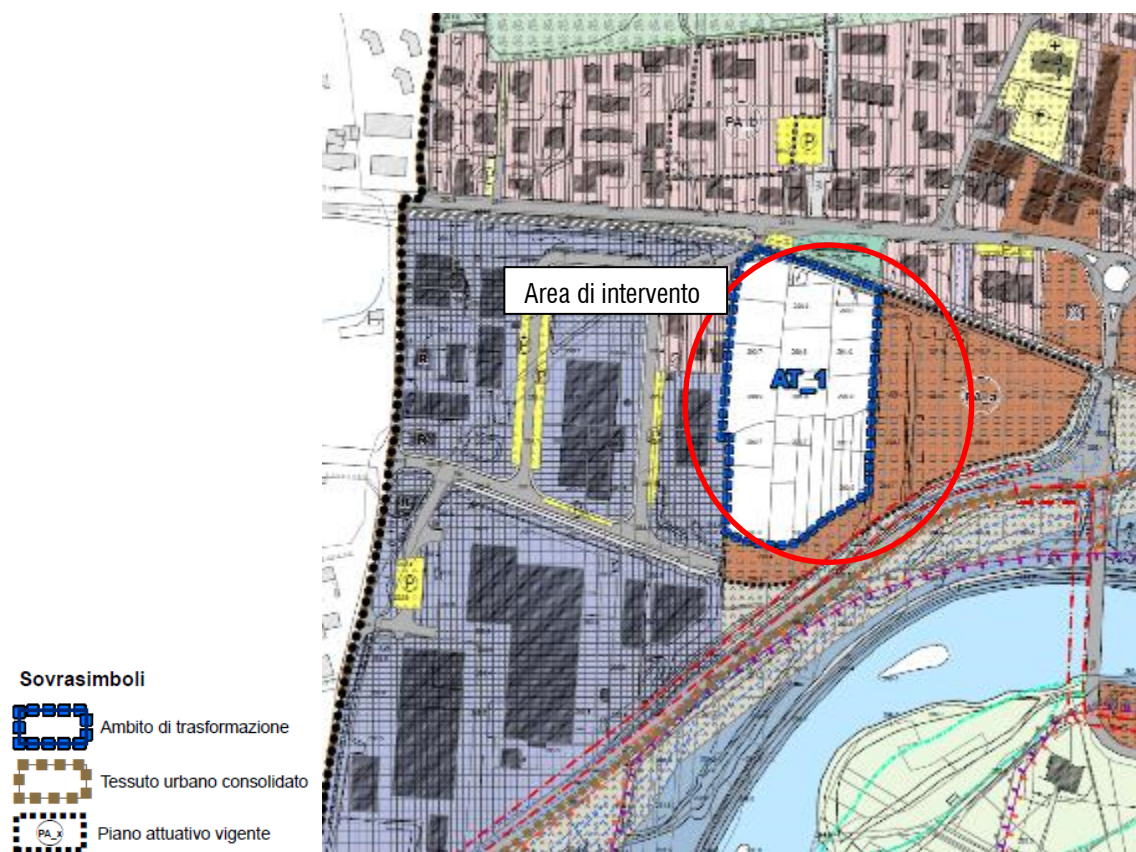


Figura 10 – estratto PGT - Tav.1Cc-var TAV. DI PROGETTO_4VAR

Pertanto l'intervento è assoggettato ai valori minimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori indicati nell'art. 8 del regolamento per le aree di classe A, pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Allegata alla presente relazione è l'Asseverazione del Professionista in merito alla Conformità del Progetto ai Contenuti del Regolamento – Allegato E (ai sensi dell'Art. 1, Comma 1, Lettera z) del Regolamento Regionale 19 aprile 2019, nr.8).

6.1 Calcolo superficie scolante impermeabile

La superficie complessiva di intervento è pari a circa 2.95 ha mq dei quali circa 2.75 ha sono muniti di sistemi di raccolta e collettamento acque e circa 0.2 ha destinate a verde profondo.

Assumendo i seguenti valori dei coefficienti di deflusso (ai sensi dell'art. 11 comma 2 lett. d):

- pari 1 per le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;

Nella seguente tabella si riporta il valore del coefficiente di deflusso medio ponderale da cui si ottiene la superficie totale scolante impermeabile.

Superficie scolante totale dell'intervento: S [ha]	Coefficiente di deflusso medio ponderale	Superficie scolante impermeabile dell'intervento [ha]
2.94	0.83	2.44

Tabella 4: Calcolo superficie totale scolante impermeabile

6.2 Manufatti di laminazione

Tutte le acque meteoriche che non vengono infiltrate nel terreno vengono opportunamente veicolate all'interno di un sistema di laminazione al fine di ottenere i valori di portata in fognatura conformemente a quanto indicato all'interno della normativa della Regione Lombardia sull'invarianza idraulica.

Come descritto precedentemente si evince che la massima portata scaricabile è pari a 10 l/s*ha di superficie scolante, a cui corrisponde quindi una portata limite allo scarico finale pari a 24.4 l/s.

Come evidenziato dall'immagine seguente estratta dalla planimetria di inquadramento dei sottobacini (elab. 00PC_OU_B002_20), il sistema di laminazione adottato è costituito da:

- una vasca di laminazione interrata sottostante la centrale tecnologica – Sup. tot. 1.72 ha (colore ocra)
- scatolare prefabbricato in calcestruzzo sottostante il corsello lato ovest – Sup. tot. 1.22 ha (colore rosso)

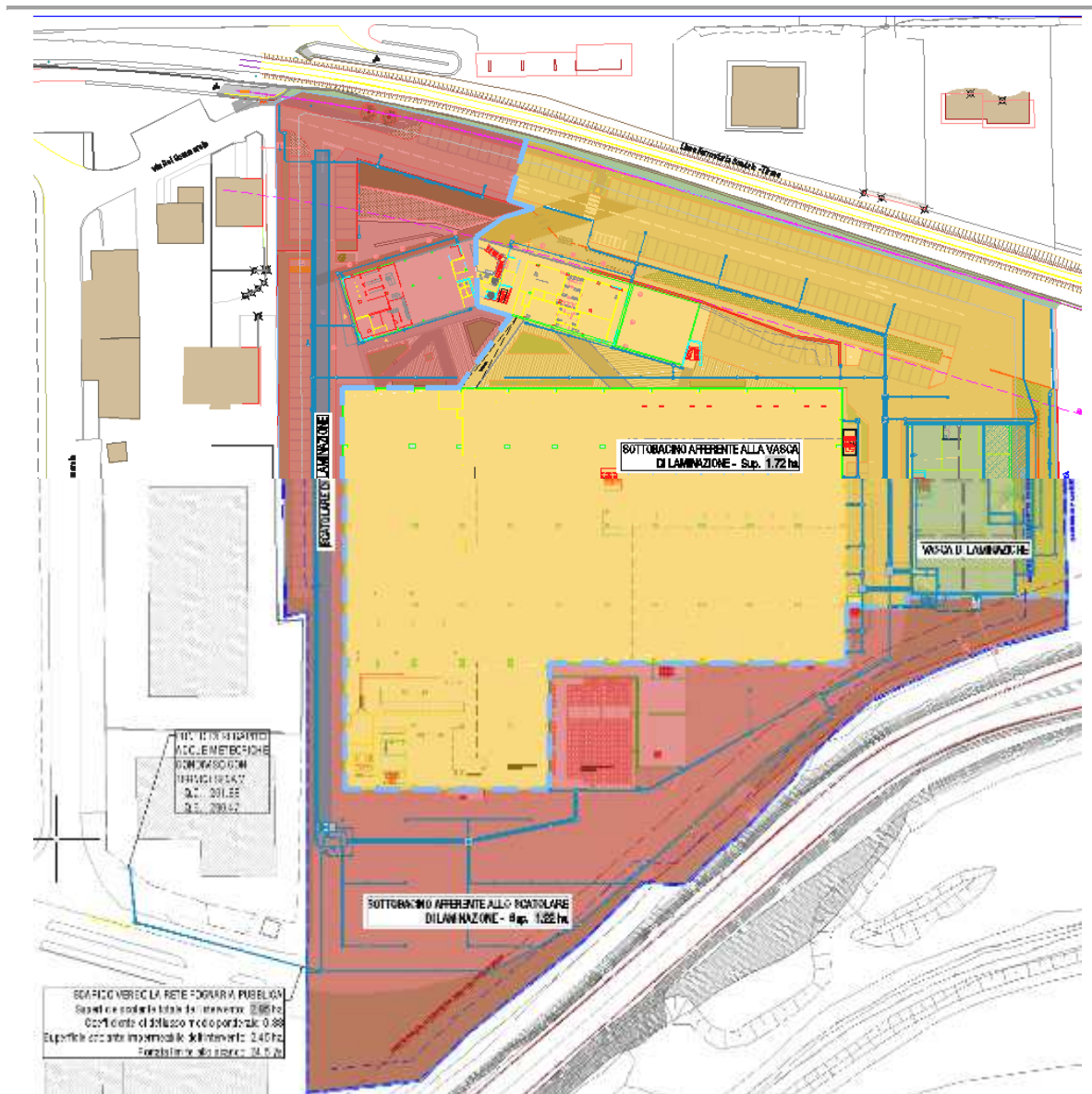


Figura 11 – estratto planimetria di inquadramento dei sottobacini (elab. 00PC_OU_B002_20)

6.2.1 Calcolo del volume della vasca di laminazione

Per il calcolo del volume di laminazione sono stati seguiti i seguenti metodi:

- Requisiti minimi ai sensi dell'Art. 12 comma 2;
- Metodo delle sole piogge;
- Modellazione idraulica di dettaglio eseguita mediante software Autodesk Storm and Sanitary Analysis 2018.

Secondo l'art. 11 comma 2 lettera e punto 3 del Regolamento Regionale il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo, di cui all'articolo 12, comma 2.

Calcolo volume di laminazione con requisiti minimi

Per le aree ricadenti in classe A (ad alta criticità idraulica) il volume minimo è pari a 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, moltiplicato per il 'coefficiente P' di cui alla tabella riportata nell'allegato C (assunto pari ad 1 per il territorio comunale di Montagna in Valtellina in quanto non diversamente indicato):

$$V_{\text{requisito minimo}} = 800 \text{ mc/ha} \times 2.44 \text{ ha} \times 1 = 1955 \text{ mc.}$$

Tale requisito minimo dovrà poi essere confrontato con i risultati del calcolo eseguito con il metodo delle sole piogge e con la modellazione di dettaglio riportate a paragrafi seguenti al fine di scegliere cautelativamente il volume maggiore.

Calcolo volume di laminazione con metodo delle sole piogge

Nel presente paragrafo si riporta il calcolo del volume necessario alla laminazione secondo il metodo delle sole piogge, così come descritto nel paragrafo 3.2 dell'allegato G del R.R.

In particolare si è utilizzato una curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 50 anni.

Il "Metodo delle sole piogge" si basa sulla seguente assunzione: l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso.

Con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui:

- S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso,
- φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo come calcolato in precedenza con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento),

- D è la durata di pioggia,
- $a = a_1 w T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto in precedenza)

L'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione. Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot s \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0 :

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot s \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

- W_0 [m³]
- S [ha]
- A [mm/oraⁿ]
- φ [ore]
- D_w [ore]
- $Q_{u,lim}$ [l/s]

Le equazioni suddette diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot s \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot D_w$$

Dalle formule sopra si ottengono i seguenti valori di durata critica e di volume di laminazione associati all'evento con tempo di ritorno 50 anni, adottato per il dimensionamento della vasca.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva relativa ai volumi ottenuti con tale pre-dimensionamento:

Dimensionamento delle opere di laminazione			Verifica del grado di sicurezza delle opere di laminazione		
Tr	Tr adottato per il dimensionamento delle opere di laminazione [anni]	50	Tr	Tr adottato per la verifica del grado di sicurezza [anni]	100
a	Parametro "a" LSPP per Tr adottato per il dimensionamento delle opere di laminazione	54.70	a	Parametro "a" LSPP per Tr adottato per la verifica del grado di sicurezza delle opere di laminazione	63.66
n	Parametro "n" LSPP per Tr adottato per il dimensionamento delle opere di laminazione	0.368	n	Parametro "n" LSPP per Tr adottato per la verifica del grado di sicurezza delle opere di laminazione	0.368
W _e	VOLUME ENTRANTE [mc] $W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$	3641	W _e	VOLUME ENTRANTE [mc] $W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$	4627
Q _{u,lim}	Portata costante uscente [l/s]	24.4	Q _{u,lim}	Portata costante uscente [l/s]	24.4
W _u	VOLUME USCENTE [mc] $W_u = Q_{u,lim} \cdot D$	1344	W _u	$W_u = Q_{u,lim} \cdot D$	1708
D _w	Durata critica per l'invaso di laminazione [h] $D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	15.3	D _w	Durata critica per l'invaso di laminazione [h] $D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	19.4
W ₀	VOLUME MINIMO INVASO DI LAMINAZIONE [mc] $W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$	2310	W ₀	VOLUME MINIMO INVASO DI LAMINAZIONE [mc] $W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$	2936

Tabella 5: Durata critica e volume di laminazione mediante metodo delle sole piogge

Calcolo volume di laminazione con modellazione idraulica di dettaglio

Nel presente paragrafo si riporta in estrema sintesi il risultato del calcolo del volume necessario alla laminazione effettuato mediante modellazione idraulica di dettaglio, eseguita tramite il software Autodesk Storm and Sanitary Analysis. Si rimanda al paragrafo relativo a risultati della modellazione per un maggior dettaglio.

SCATOLARE DI LAMINAZIONE		
ID	Volume TR50 [mc]	Volume TR100 [mc]
D _w	18 h	9 h
W ₀	845	930

Tabella 6: Durata critica e volume vasca di laminazione mediante modellazione idraulica di dettaglio

VASCA DI LAMINAZIONE		
ID	Volume TR50 [mc]	Volume TR100 [mc]
D _w	27 h	33h
W ₀	1818	2352

Tabella 7: Durata critica e volume vasca di laminazione mediante modellazione idraulica di dettaglio

La differenza tra i due metodi è dovuta alle semplificazioni del metodo delle sole piogge. In particolare, l'assunzione di uno scarico costante, cosa che non accade nella simulazione di progetto, in quanto c'è una variazione di battente all'interno del pozzetto regolatore.

Si assume pertanto cautelativamente tale volume ricavato mediante modellazione come volume di progetto, poiché maggiore rispetto a quanto calcolato con il metodo delle sole piogge e al requisito minimo, ai sensi dell'art. 11 comma 2 lettera e punto 3 del Regolamento Regionale.

7 MODELLAZIONE NUMERICA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

7.1 Descrizione generale software di modellazione (*Autodesk Storm and Sanitary Analysis*)

Ai fini della simulazione idraulica del sistema di drenaggio delle acque meteoriche è stato utilizzato il software denominato *Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA)*. *SSA* è un'applicazione completa per l'analisi idrologica e idraulica che consente la pianificazione e la progettazione di sistemi di scarico urbani, di sistemi di evacuazione dell'acqua piovana (anche per autostrade) e di sistemi fognari.

SSA è un modello di simulazione idraulica di afflussi – deflussi, basato sulla procedura di calcolo del software *SWMM (EPA Storm Water Management Model - SWMM 5.1)*, usato per lo studio di un singolo evento o per la simulazione continua di lunga durata delle quantità e delle qualità del deflusso.

SWMM si applica per simulare un evento singolo, ma anche per fare delle simulazioni continue con ietogrammi storici e/o sintetici. Nel modello viene considerata una variazione spaziale della pioggia, la ritenzione superficiale viene sottratta tutta alla parte iniziale del pluviogramma, le superfici contribuenti sono permeabili e impermeabili, lo scorrimento superficiale è calcolato tramite l'equazione di continuità e l'equazione di Manning, mentre l'infiltrazione è valutata secondo il metodo di Green e Ampt o con la legge di Horton. *SWMM* offre la possibilità di compiere calcoli e simulazioni di tipo idraulico (grazie alla risoluzione e integrazione numerica in forma completa delle equazioni di De Saint Venant) su una rete di canali o condotte, sollecitata da fenomeni meteorici o da ingressi di natura diversa. Il moto in pressione è ammesso grazie allo stratagemma della fessura di Preissman e nei nodi è considerato il volume dei pozzetti in congruenza con i livelli idrici.

SWMM utilizza una descrizione topologica della rete basandosi su una geometria formata da rami e nodi. I rami e i nodi hanno ciascuno proprietà specifiche che, combinate tra loro, consentono la rappresentazione idraulica dell'intera rete di deflusso. Il software procede al calcolo della propagazione dell'onda di piena in rete, scegliendo tra diversi moduli: moto uniforme, onda cinematica e moto vario, basato sulla risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant. In quest'ultima opzione il programma consente di effettuare i calcoli in maniera più accurata, poiché vengono modellati anche i fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione, inversione del flusso nei rami.

Il software è suddiviso in due moduli: uno di Servizio e un altro Computazionale. Nel primo modulo sono contenuti una serie di blocchi che consentono di elaborare i risultati ottenuti, gestire i dati meteo-climatici da inserire nel programma o che vengono utilizzati nel corso di simulazioni di tipo continuo (blocchi Temperature e Rain), di gestire i risultati ottenuti per mezzo di grafici e stampe (blocco Graph), sistemare i valori di output al fine di aggregare i dati, utilizzabili così dai blocchi in cascata (blocco Combine). Il modulo Computazionale contiene quattro blocchi con i relativi simulatori di processo idrologico ed idraulico: i più importanti sono sicuramente il blocco per la modellazione del deflusso superficiale (blocco Runoff), e il blocco di calcolo dinamico basato sulla risoluzione completa delle

equazioni di De Saint Venant che governano il fenomeno idraulico di propagazione all'interno della rete (blocco Extran).

Il blocco Runoff è il primo passo di una simulazione in *SWMM*. Questo riceve come input gli eventuali dati meteorologici registrati nei blocchi Rain e/o Temperature, oppure si possono introdurre degli idrogrammi (con intensità di pioggia/tempo o precipitazione totale in mm/tempo) definiti dall'utente. Runoff analizza il processo afflussi-deflussi utilizzando un approccio basato sulla tecnica dei serbatoi non lineari con una opzione per il calcolo dell'apporto idrico derivante dallo scioglimento della neve. Inoltre viene anche analizzato il processo di infiltrazione e di evaporazione, in modo da poter arrivare ad ottenere come risultato il tracciamento dell'idrogramma in ogni ramo della rete studiata. Il blocco può essere impostato per compiere simulazioni per periodi temporali che vanno dai minuti agli anni. Come uscita di questo blocco si hanno degli idrogrammi che fungono da ingresso alla rete di drenaggio.

Il blocco Extran, Extended Transport, è in pratica il "cuore" idraulico di *SWMM*; consente infatti di modellare la propagazione dei deflussi all'interno della rete mediante la risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant. Extran risulta essere un modulo completo per la simulazione di reti ad albero o a maglia; vengono modellati, infatti, anche i fenomeni di rigurgito, le inversioni del flusso nei rami, i moti a pelo libero e in pressione. Extran utilizza una descrizione topologica della rete basata su una geometria rami nodi; i rami e i nodi hanno caratteristiche specifiche, opportunamente configurabili, che, combinate tra loro, permettono la descrizione idraulica dell'intera rete di deflusso. Nella schematizzazione usata dal blocco, i rami sono sostanzialmente i condotti della rete fognaria (i canali nel caso di sezioni aperte) e consentono di propagare le portate da un nodo all'altro. I nodi rappresentano i pozzetti presenti nel sistema fognario (o i punti di intersezione dei rami, come nel caso dei canali); nei nodi vengono localizzate le portate in ingresso (provenienti dal Runoff ed espressi come idrogrammi di piena generati a partire dal modello afflussi-deflussi) e le portate uscenti dalla rete. L'utilizzo del blocco Extran è consigliabile quando è necessario rappresentare condizioni di rigurgito ed inversioni del flusso, nonché quando siano presenti organi speciali di regolazione quali sfioratori, pompe e bacini di accumulo.

7.2 Breve descrizione della routine idrologica

Il software SSA è in grado di rappresentare i vari processi idrologici che producono i deflussi dalle aree urbane e non, i quali includono:

- Precipitazioni;
- Evaporazione d'acqua;
- Accumulo e scioglimento della neve;
- Infiltrazione di pioggia negli strati insaturi del terreno;
- Percolazione di acqua infiltrata negli strati dell'acqua freatica;
- Interflow fra acqua freatica e la rete di fognatura;

La variabilità spaziale di questi processi è realizzata dividendo la zona di studio in sottobacini, ognuno dei quali sarà diviso sulla base dell'area permeabile ed impermeabile. Il deflusso superficiale può essere diretto fra i sottobacini, o nei punti di entrata di una rete di fognatura.

7.2.1 Caratteristiche delle precipitazioni

Le precipitazioni in SSA sono definite attraverso l'attribuzione dei Rain Gage, che forniscono i dati di pioggia sui bacini. Si possono inserire manualmente attraverso appositi editor, oppure si possono caricare da un file di testo esterno. Le principali informazioni sono relative all'intensità o al volume di pioggia, e all'intervallo di registrazione dei dati (ogni ora, 30 minuti, 15 minuti, ...).

7.2.2 Deflusso superficiale

Il deflusso superficiale è caratterizzato da quella parte di precipitazione che scorre sulla superficie del terreno e si raccoglie successivamente nella rete di scolo. Sottraendo le perdite all'afflusso meteorico totale, rappresentato dalla pioggia lorda, si ricava la pioggia netta, ossia quella quota di precipitazione che contribuisce al deflusso superficiale.

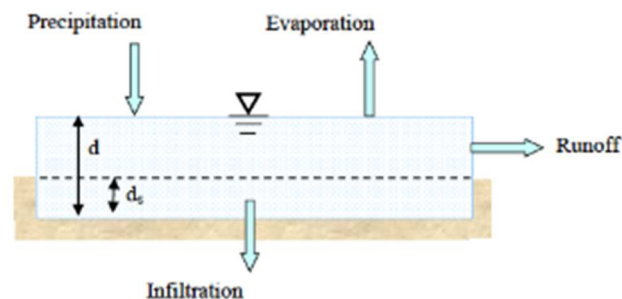


Figura 12: Rappresentazione concettuale dell'infiltrazione sul software di modellazione

Il deflusso superficiale schematizzato dal modello idraulico è concettualmente rappresentato in *Figura 12: Rappresentazione concettuale dell'infiltrazione sul software di modellazione*. Ogni superficie dei sottobacini è trattata come un serbatoio non-lineare. Gli ingressi sono rappresentati dalle precipitazioni, dalle piogge e/o scioglimento delle nevi, mentre le uscite sono rappresentate dall'evaporazione, dall'infiltrazione e dal deflusso superficiale. Il volume del serbatoio schematizzato, è rappresentato dalla massima capacità di immagazzinamento delle depressioni superficiali. Il deflusso superficiale per unità di area Q si innesca ogni volta che l'altezza d'acqua nel serbatoio supera il valore della depressione superficiale d_s e il flusso che fuoriesce è dato dall'equazione:

$$Q = W \cdot \frac{1.49}{n} \cdot (d - d_s)^{5/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove:

Q	=	deflusso superficiale
W	=	larghezza del sottobacino (Width)
n	=	coefficiente di scabrezza di Manning
d	=	altezza d'acqua
d _s	=	altezza delle depressioni superficiali
i	=	pendenza del sottobacino

I sottobacini si distinguono in permeabili e impermeabili, questo perché il deflusso superficiale può infiltrarsi attraverso la porzione superficiale delle aree permeabili, secondo la legge di infiltrazione utilizzata. Vedremo nel capitolo di descrizione degli elementi che compongono la rete come sono stati schematizzati nel presente progetto.

7.2.3 Infiltrazione

Il software implementa diversi sistemi di infiltrazione, come ad esempio il *Soil Conservation Service (SCS)*, metodo che è stato utilizzato per il presente progetto. È un metodo che si basa su osservazioni empiriche espresse dalla seguente formula:

$$P_e = (P - I_a) \cdot \frac{F}{S}$$

Dove:

P _e	=	volume specifico di deflusso superficiale
P	=	precipitazione cumulata lorda
I _a	=	assorbimento iniziale che è uguale a IS, dove I è un coefficiente di proporzionalità pari a 0.2
F	=	volume specifico infiltrato
S	=	volume specifico di saturazione

Sostituendo ad F l'espressione ottenuta dall'equazione di continuità si ottiene:

$$F = P - I_a - I_e$$

Si ottiene:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Il volume specifico di saturazione S dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN, secondo la relazione:

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Dove:

CN = parametro compreso (teoricamente) fra 0 e 100, dove CN=0 quando tutta la precipitazione si infiltra, e CN=100 quando tutta la precipitazione si trasforma in deflusso superficiale

S_0 = è un fattore di scala (che riflette le unità di misura adottate e che per valori di S , Fe P misurati in mm, è pari a 254 mm, ovvero 10 pollici)

Il parametro CN è un fattore decrescente della permeabilità ed è legato a:

1. TIPO DI SUOLO:

Tipo di suolo	Descrizione
Gruppo A	Suoli aventi scarse potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione, in condizione di saturazione, molto elevata.
Gruppo B	Suoli aventi moderate potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevata capacità d'infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
Gruppo C	Suoli avente potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid. Scarsa capacità d'infiltrazione e saturazione.
Gruppo D	Suoli avente potenzialità di deflusso molto alta. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili orizzontali pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella 8 – Suddivisione tipologia di terreni metodo SCS-CN

2. CONDIZIONI INIZIALI DI SATURAZIONE DEL SUOLO:

AMC	Periodi vegetativo	Riposo vegetativo
I	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento minore di 35 mm.	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento minore di 13 mm.
II	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento tra 35 e 53 mm.	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento tra 13 e 28 mm.
III	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento maggiore di 53 mm.	Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti l'evento maggiore di 28 mm.

Tabella 9 – Suddivisione tipologia di umidità del terreno metodo SCS-CN

3. USO DEL SUOLO

In forma tabellare quindi, in funzione di questi parametri viene espresso il valore di CN corrispondente ai diversi tipi di superficie come riportato nella tabella seguente:

Description	Condition	A	B	C	D	Condensed Description
FULLY DEVELOPED URBAN AREAS	Vegetation					
Open space (lawns, parks, etc.)						
grass cover < 50%	Poor	68	79	86	89	< 50% grass cover
grass cover 50% to 75%	Fair	49	69	79	84	50 - 75% grass cover
grass cover > 75%	Good	39	61	74	80	> 75% grass cover
Impervious Areas						
Paved parking lots, roofs, driveways		98	98	98	98	Paved parking & roofs
Streets and roads						
Paved: curbs and storm sewers		98	98	98	98	Paved roads with curbs & sewers
Paved: open ditches (with right-of-way)	50% imp	83	89	92	93	Paved roads with open ditches
Gravel (with right-of-way)		76	85	89	91	Gravel roads
Dirt (with right-of-way)		72	82	87	89	Dirt roads
Urban Districts	impervious					
Commercial & business	85% imp	89	92	94	95	Urban commercial
Industrial	72% imp	81	88	91	93	Urban industrial
Residential Districts						
(by average lot size)	impervious					
1/8 acre (town houses)	65% impervious	77	85	90	92	1/8 acre lots
1/4 acre	38% impervious	61	75	83	87	1/4 acre lots
1/3 acre	30% impervious	57	72	81	86	1/3 acre lots
1/2 acre	25% impervious	54	70	80	85	1/2 acre lots
1 acre	20% impervious	51	68	79	84	1 acre lots

2 acre	12% impervious	46	65	77	82	2 acre lots
Western Desert Urban Areas						
Natural desert (pervious areas only)		63	77	85	88	Natural western desert
Artificial desert landscaping		96	96	96	96	Artificial desert landscape
DEVELOPING URBAN AREA	(No Vegetation)					
Newly graded area (pervious only)		77	86	91	94	Newly graded area
CULTIVATED AGRICULTURAL LAND						
Fallow						
Bare soil		77	86	91	94	Fallow, bare soil
Crop residue (CR)	Poor	76	85	90	93	Fallow, crop residue
Crop residue (CR)	Good	74	83	88	90	Fallow, crop residue
Row crops						
Straight row (SR)	Poor	72	81	88	91	Row crops, straight row
Straight row (SR)	Good	67	78	85	89	Row crops, straight row
SR + Crop residue	Poor	71	80	87	90	Row crops, SR + CR
SR + Crop residue	Good	64	75	82	85	Row crops, SR + CR
Contoured (C)	Poor	70	79	84	88	Row crops, contoured
Contoured (C)	Good	65	75	82	86	Row crops, contoured
C + Crop residue	Poor	69	78	83	87	Row crops, C + CR
C + Crop residue	Good	64	74	81	85	Row crops, C + CR
Contoured & terraced (C&T)	Poor	66	74	80	82	Row crops, C&T
Contoured & terraced (C&T)	Good	62	71	78	81	Row crops, C&T
C&T + Crop residue	Poor	65	73	79	81	Row crops, C&T + CR
C&T + Crop residue	Good	61	70	77	80	Row crops, C&T + CR
Small grain						
Straight row (SR)	Poor	65	76	84	88	Small grain, straight row
Straight row (SR)	Good	63	75	83	87	Small grain, straight row

SR + Crop residue	Poor	64	75	83	86	Small grain, SR + CR
SR + Crop residue	Good	60	72	80	84	Small grain, SR + CR
Contoured (C)	Poor	63	74	82	85	Small grain, contoured
Contoured (C)	Good	61	73	81	84	Small grain, contoured
C + Crop residue	Poor	62	73	81	84	Small grain, C + CR
C + Crop residue	Good	60	72	80	83	Small grain, C + CR
Contoured & terraced (C&T)	Poor	61	72	79	82	Small grain, C&T
Contoured & terraces (C&T)	Good	59	70	78	81	Small grain, C&T
C&T + Crop residue	Poor	60	71	78	81	Small grain, C&T + CR
C&T + Crop residue	Good	58	69	77	80	Small grain, C&T + CR
Close-seeded legumes/rotated meadow						
Straight row	Poor	66	77	85	89	Legumes, straight row
Straight row	Good	58	72	81	85	Legumes, straight row
Contoured	Poor	64	75	83	85	Legumes, contoured
Contoured	Good	55	69	78	83	Legumes, contoured
Contoured & terraced	Poor	63	73	80	83	Legumes, C&T
Contoured & terraced	Good	51	67	76	80	Legumes, C&T
OTHER AGRICULTURAL LAND						
Pasture, grassland, or range	Poor	68	79	86	89	Pasture, grassland, or range
	Fair	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range
	Good	39	61	74	80	Pasture, grassland, or range
Meadow, continuous grass, non-grazed		30	58	71	78	Meadow, non-grazed
Brush or brush/weed/grass mixture	Poor	48	67	77	83	Brush
	Fair	35	56	70	77	Brush
	Good	30	48	65	73	Brush
Woods & grass combination	Poor	57	73	82	86	Woods & grass combination
	Fair	43	65	76	82	Woods & grass combination

Woods	Good	32	58	72	79	Woods & grass combination
	Poor	45	66	77	83	Woods
	Fair	36	60	73	79	Woods
	Good	30	55	70	77	Woods
Farmsteads		59	74	82	86	Farmsteads
ARID AND SEMIARID RANGELAND						
Herbaceous	Poor		80	87	93	Herbaceous range
	Fair		71	81	89	Herbaceous range
	Good		62	74	85	Herbaceous range
Oak & Aspen	Poor		66	74	79	Oak & Aspen range
	Fair		48	57	63	Oak & Aspen range
	Good		30	41	48	Oak & Aspen range
Pinyon & Juniper	Poor		75	85	89	Pinyon & Juniper range
	Fair		58	73	80	Pinyon & Juniper range
	Good		41	61	71	Pinyon & Juniper range
Sagebrush (w/grass understory)	Poor		67	80	85	Sagebrush range
	Fair		51	63	70	Sagebrush range
	Good		35	47	55	Sagebrush range
Desert shrub	Poor	63	77	85	88	Desert shrub range
	Fair	55	72	81	86	Desert shrub range
	Good	49	68	79	84	Desert shrub range

Tabella 10 – Suddivisione uso del suolo metodo SCS-CN

Questa tabella ci esprime il valore di CN per condizioni di umidità del terreno medie (AMC II – Antecedent Moisture Condition). Esistono delle formule per adattare il parametro CN alle altre condizioni di umidità AMC I e AMC III attraverso le seguenti formule di conversione:

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 CN(II)}$$

Nel presente progetto, per la scelta del parametro CN si considera cautelativamente una classe di tipo C, cioè suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta, con una scarsa capacità d'infiltrazione e saturazione.

Inoltre, per quanto riguarda le condizioni di umidità del terreno, si fa riferimento ad una condizione media (AMC II), quindi caratterizzato da una altezza di pioggia precipitata nei 5 giorni precedenti l'evento tra 35 e 53 mm in condizioni di riposo vegetativo e tra 13 e 28 mm in condizioni di crescita vegetativa.

Per i sottobacini è stata calcolata la percentuale di superficie impermeabile (strade, copertura) e quella permeabile (parcheggi drenanti, aree pedonali in autobloccanti e aree verdi raccolte dalla rete di drenaggio mediante tubazioni microforate).

La percentuale di area impermeabile, inserita nel modello come *impervious area* non risente del CN, ovvero è considerata con coefficiente di deflusso pari a 1.

Relativamente alle aree permeabili (*pervious area*) di seguito si riporta una tabella riassuntiva del CN per l'uso del suolo in progetto.

SCELTA DEL PARAMETRO CN	Condizioni medie di umidità (AMC II)			
	A	B	C	D
Tipo di copertura (uso di suolo)				
Pavimentazioni permeabili (60%)	83	89	92	93
Verde in buone condizioni con almeno il 75 % di copertura erbosa	39	61	74	80

Tabella 11 –Parametri infiltrazione metodo SCS-CN utilizzati per le aree permeabili

7.3 Struttura e funzionamento della routine idraulica

Come si è già accennato il modellatore utilizza una descrizione del tipo "rami-nodi" del sistema di scolo delle acque, facilitando così la rappresentazione discreta del modello fisico e la soluzione matematica delle equazioni di moto vario (De Saint Venant) che costituiscono le basi matematiche del modello. La rete di drenaggio, come già spiegato precedentemente, è idealizzata come una serie di rami, ciascuno associabile ad una forma geometrica, collegati tra loro in corrispondenza dei nodi.

Le proprietà costanti associate ai rami sono il tipo di sezione, la lunghezza, la pendenza e la scabrezza; quelle determinate ad ogni passo di calcolo sono invece la portata, la velocità, l'area bagnata del flusso, il raggio idraulico e la larghezza del pelo libero; le ultime tre sono in funzione del livello idrico istantaneo. La variabile indipendente fondamentale nei rami è la portata Q , che si assume costante in ogni ramo durante un passo di calcolo. Velocità ed area bagnata del flusso, o livello, sono invece grandezze variabili nello stesso ramo.

Le proprietà costanti associate ai nodi sono la quota di scorrimento e la quota di immissione (o emissione) del ramo rispetto al fondo; quelle determinate ad ogni passo di calcolo e funzione del livello idrico nel nodo sono il volume, l'area superficiale libera e il carico idraulico H. La variabile indipendente fondamentale nei nodi è il carico idraulico, variabile nel tempo, ma costante nel singolo nodo durante un passo di calcolo. Gli afflussi e deflussi avvengono in corrispondenza dei nodi del sistema. La variazione di volume nel nodo durante un dato passo di calcolo costituisce la base per i calcoli seguenti di portata e carico idraulico.

7.3.1 Equazioni fondamentali del codice

Le equazioni che il programma gestisce sono le classiche equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine di De Saint Venant, composte da:

$$\frac{1}{b(h)} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \cdot \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial t} + gA \cdot \frac{\partial h}{\partial x} = gA \cdot (I_o - I_f)$$

Dove:

A	=	area bagnata
Q	=	portata
B	=	larghezza del pelo libero
x	=	distanza lungo l'asse del condotto
g	=	accelerazione gravitazionale
H	=	carico idraulico totale
Z	=	livello dello scorrimento
h	=	livello idrico
I_o	=	pendenza della condotta
I_f	=	pendenza locale linea dei carichi

Esse sono rispettivamente l'equazione di continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali la prima e l'equazione del momento della quantità di moto la seconda. In essa, il termine di destra è quello che mette in conto le perdite di carico per attrito, mentre a sinistra si hanno le variazioni della portata nel tempo, le variazioni del termine cinetico e le variazioni del livello lungo l'asse del condotto.

Scrivendo un'equazione di continuità e del moto, per ogni ramo, e integrando questo sistema in x e in t si ottiene Q(x; t) e h(x; t) ovunque e in ogni momento. La risoluzione numerica si effettua tramite un calcolo alle differenze finite

implicite. Il modellatore si costruisce una griglia in cui ad intervalli di tempo regolari Δt e di spazio Δx , si inseriscono valori di Q e di h .

La componente di deflusso funziona sull'identificativo di alcune zone denominate subcatchment (sottobacini) che ricevono la precipitazione e generano i carichi. Il modello trasporta i carichi attraverso un sistema di condotte, canali, dispositivi di trattamento e invaso, impianti di sollevamento, luci di fondo e stramazzi.

7.3.2 Schematizzazione degli elementi che compongono una rete di drenaggio

Una rete di canali, per poter essere implementata in SSA, necessita di essere schematizzata come un insieme di R rami e N nodi, ciascuno con le proprie caratteristiche.

NODI

I nodi rappresentano i punti dove il sistema di trasporto interseca i vari rami. Fisicamente rappresentano la confluenza dei canali superficiali o, nel caso si utilizzi il programma per sistemi di fognature, i pozzetti. Alcuni nodi ricoprono un ruolo importante nella riproduzione schematica della rete che si compie in SSA, rappresentano infatti il luogo di immissione dei deflussi superficiali; tutto il deflusso del sottobacino di calcolo viene schematizzato dal software in modo tale da convergere in un unico punto, rappresentato dal nodo di inizio del canale di scolo. I principali parametri di input per un nodo sono la quota di fondo, la quota del terreno e gli eventuali afflussi in ingresso.

Dato che i nodi, come vedremo in seguito, sono degli elementi puntuali, il software assegna un'area arbitraria impostata a 0.64 mq.

RAMI

I rami sono le condotte che permettono il transito dell'acqua da un nodo all'altro del sistema. Essere suddiviso in più rami e nei corrispettivi nodi. Ogni ramo è schematizzato come un condotto con caratteristiche costanti di forma, pendenza, scabrezza, e pertanto ogni variazione di pendenza del canale, confluenza di più collettori, salti di fondo, variazioni di profondità o di sezione devono essere rappresentati con rami differenti.

La forma del canale può essere scelta utilizzando un apposito menù del programma, grazie al quale è possibile selezionare una serie di sezioni di formati standard, tutte opportunamente configurabili nelle dimensioni a seconda delle esigenze di rappresentazione.

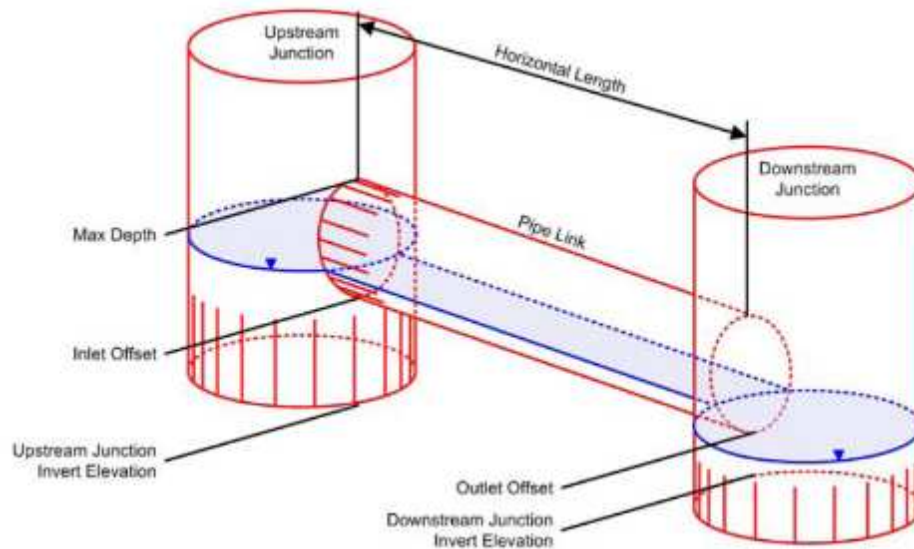


Figura 13: Input per definire tubazioni e canali all'interno di SSA (immagine dal manuale)

WEIRS

SSA permette la schematizzazione di organi regolatori, come ad esempio gli scaricatori. Esistono diverse possibilità di scelta nel tipo del manufatto, come ad esempio laterale, frontale, trapezoidale, solo per citarne alcuni. Lo scaricatore laterale viene schematizzato nel software come un collegamento, ad esempio, tra un nodo ed un nodo di uscita. I parametri di input per questo dispositivo sono l'altezza della soglia (h), la lunghezza del manufatto (L) ed un coefficiente d'efflusso (C_w). Nel caso di una soglia rettangolare, la portata che fuoriesce viene calcolata mediante la seguente formula:

$$Q = C_w \cdot L \cdot h^{3/2}$$

ORIFICES

Attraverso gli orifici è possibile schematizzare in SSA manufatti quali paratoie o diaframmi. Sono rappresentati come un collegamento tra due nodi. Possono essere di sezioni circolare o rettangolare e situati alla base del nodo d'ingresso (Bottom) o ad una determinata quota rispetto alla base (Side). È possibile dotarli di una valvola di ritegno. Le portate che transitano attraverso quest'organo sono definite dalla seguente espressione:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

dove μ rappresenta un coefficiente d'efflusso, A la sezione del manufatto, h la differenza di quota del pelo libero tra nodo d'ingresso e d'uscita, g l'accelerazione di gravità.

OUTLET

Gli outlet sono dispositivi di controllo del flusso che vengono generalmente utilizzati per controllare i flussi in uscita. Sono usati per modellare il battente attraverso relazioni che non possono essere caratterizzate come pompe, orifici o

soglie. Sono rappresentati come un collegamento tra due nodi. Tale organo di regolazione può essere definito attraverso una funzione o da una tabella. È possibile fare riferimento allo scarico dell'uscita utilizzando la profondità del bordo libero sopra l'apertura dell'uscita o la differenza di testa attraverso la struttura dell'uscita. Ad esempio i regolatori di portata a vortice possono essere schematizzati attraverso questo elemento.

7.3.3 Parametri idraulici utilizzati nella modellazione

SSA utilizza una descrizione topologica della rete basandosi su una geometria formata da rami e nodi. I rami e i nodi hanno ciascuno proprietà specifiche che, combinate tra loro, consentono la rappresentazione idraulica dell'intera rete di deflusso. Il software procede al calcolo della propagazione dell'onda di piena in rete, scegliendo tra diversi moduli: moto uniforme, onda cinematica e moto vario, basato sulla risoluzione completa delle equazioni di De Saint Venant.

Nel presente progetto si è utilizzato quest'ultima opzione, in quanto attraverso essa è possibile effettuare i calcoli in maniera più accurata, poiché vengono modellati anche i fenomeni di rigurgito, moti a pelo libero e in pressione, inversione del flusso nei rami.

Di conseguenza all'interno del pannello delle opzioni generali si è impostato "Dynamic Wave". Inoltre è necessario definire uno spazio temporale (Time Step) per la simulazione, come si può vedere dall'interfaccia grafica del software nell'immagine seguente.

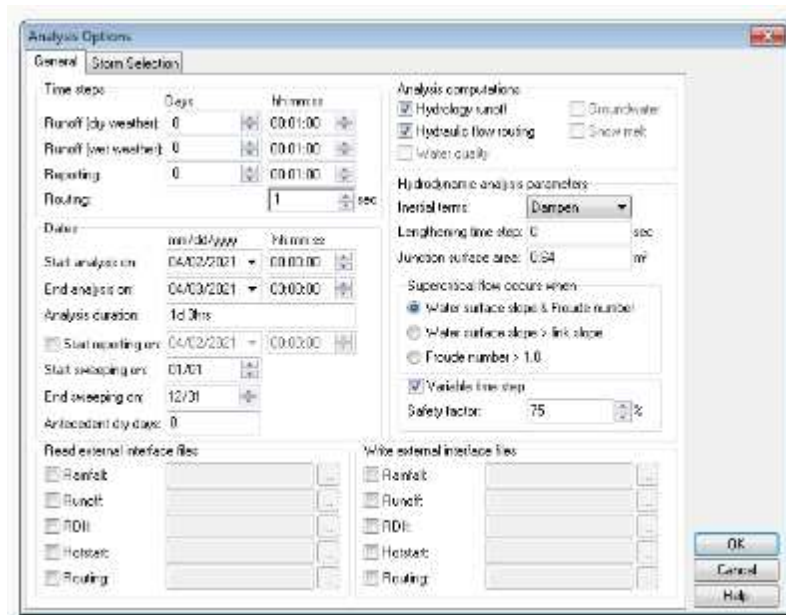


Figura 14 - Interfaccia grafica modello SSA per inserimento parametri idraulici di progetto

Per una maggiore accuratezza si è scelto di utilizzare un intervallo temporale di registrazione dei risultati di 1 minuto e uno step temporale di integrazione delle equazioni di De Saint Venant di 1 secondo (Routing). È inoltre necessario definire la durata della simulazione che deve essere compatibile con l'evento di pioggia utilizzato.

8 CONFIGURAZIONE GEOMETRICA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE E DELLE OPERE DI LAMINAZIONE

8.1 Descrizione generale della rete

Come evidenziato nella Figura 3: Estratto planimetria reti esistenti (elab. 00PC_OU_B001_20) il pozzetto di allaccio alla rete pubblica è situato a sud-ovest dell'area di intervento. In tale punto la condotta ha una quota di scorrimento pari a 290,47 m s.l.m.

Come descritto nel paragrafo 6.2 - Manufatti di laminazione la rete acque meteoriche, alla quale afferiscono sia acque di copertura che di piazzali, viabilità e aree esterne, è ripartita in due sotto reti distinte che si uniscono nel pozzetto posto al limite sud-ovest del comparto.

1. Le acque raccolte dal sottobacino est, evidenziato in color ocra nella Figura 11 – estratto planimetria di inquadramento dei sottobacini (elab. 00PC_OU_B002_20), vengono convogliate ad una vasca di laminazione interrata posta sotto la centrale tecnologica.
2. Le acque raccolte dal sottobacino ovest, evidenziato in color rosso nella Figura 11 – estratto planimetria di inquadramento dei sottobacini (elab. 00PC_OU_B002_20), vengono convogliate ad uno scatolare di laminazione interrato in calcestruzzo posto sotto il corsello ovest del lotto.

In entrambi i casi, finché si verifica un evento pluviometrico inferiore alla massima portata scaricabile nella fognatura esistente secondo il principio di invarianza idraulica (§6- SOSTENIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO) il manufatto di laminazione non entra in funzione e l'acqua continua il suo percorso naturale verso il punto di recapito. Nel momento in cui si verifica un evento pluviometrico intenso, con portata superiore alla massima consentita, il regolatore di portata entra in funzione continuando a inviare alla fognatura esistente la massima portata consentita e andando perciò a caricare in modo rigurgitato la vasca e lo scatolare di laminazione.

Entrambi i manufatti di laminazione saranno poi scaricati mediante impianto di sollevamento con portata compatibile con il limite di massima portata scaricabile nella fognatura esistente.

Le acque raccolte dalla copertura dell'edificio produttivo saranno collettate mediante un sistema di scarico sifonico e scaricheranno all'interno di una vasca di accumulo interrata posta nello spigolo sud-ovest dell'edificio centrali tecnologiche, al fine di poter essere riutilizzate per le cassette dei WC.

A valle di tale vasca di accumulo i volumi in esubero scaricano mediante soglia di troppo pieno nel canale di alimentazione della vasca di laminazione. Tale canale, qualora la portata in arrivo dalla copertura e dalla rete sottesa proveniente da nord risultasse maggiore della massima portata scaricabile, funzionerebbe in modo rigurgitato per poi sormontare lo stramazzone e laminare le portate in esubero verso la vasca.

Nella seguente immagine si riporta un estratto dell'elab. 00PC_OU_B002_20_4929, si rimanda a tale elaborato e agli elaborati 00PC_OU_N002_20_4929 e 00PC_OU_N003_20_4929 per un maggior dettaglio dei manufatti di laminazione.

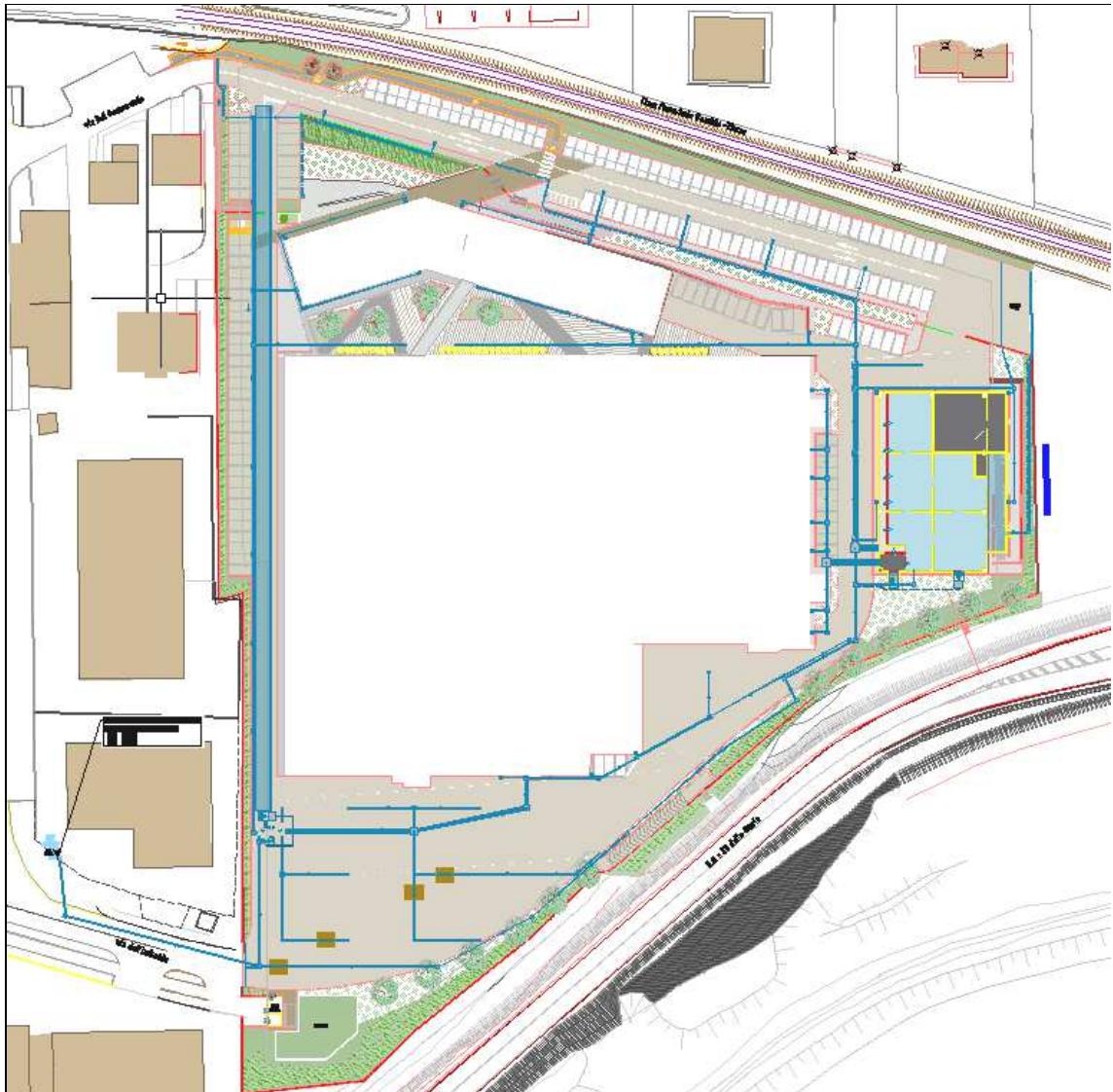


Figura 15 - Stralcio planimetria reti meteoriche – Elab. 00PC_OU_B002_20_4929

A causa della quota di allaccio alla pubblica fognatura non molto profonda alcune tubazioni della rete in progetto avranno ricoprimenti molto ridotti. Per aumentare al massimo tali ricoprimenti si prevede di sostituire alcuni rami che avrebbero grande diametro con più tubazioni affiancate di minor diametro. Il caso più evidente è rappresentato dalla tubazione che taglia da est a ovest il piazzale delle baie di carico dove verranno affiancate tre tubazioni $\varnothing 315$.

Oltre a questo sarà ovviamente realizzato un opportuno bauletto in cls a tutti i rami che non soddisfano il ricoprimento minimo di 70 cm.

8.2 Elementi che compongono la rete

Di seguito si andranno a descrivere gli elementi che compongono la rete drenaggio in progetto compresi, quando necessario, la scelta dei parametri utilizzati.

8.2.1 Sottobacini

Per i sottobacini è stata calcolata la percentuale di superficie impermeabile (strade, copertura) e quella permeabile (parcheggi drenanti, aree pedonali in autobloccanti e aree verdi raccolte dalla rete di drenaggio mediante tubazioni microforate).

La percentuale di area impermeabile, inserita nel modello come *impervious area* non risente del CN, ovvero è considerata con coefficiente di deflusso pari a 1.

Relativamente alle aree permeabili (*pervious area*) come riportato in precedenza sono stati adottati due differenti valori del CN per l'uso del suolo in progetto. È stato poi calcolato il valore medio pesato del coefficiente stesso.

Per ogni area (Subcatchment) è necessario inserire diversi parametri, che si suddividono in quattro macro aree:

CONNECTIVITY

- Rain Gage | ad ogni sottobacino deve essere assegnato un evento di pioggia. Per la verifica della bontà del dimensionamento della rete si è utilizzato come detto in precedenza un evento di pioggia sintetico caratterizzato da uno ietogramma rettangolare di durata 10 minuti e con una intensità di 107.9 mm/h
- Outlet node | indica il nodo nel quale l'area riversa l'acqua

The image shows a software interface for configuring subbasin parameters. It is divided into two main sections: 'General' and 'Connectivity'. In the 'General' section, there is a text input field for 'Subbasin ID' containing the value '001'. In the 'Connectivity' section, there are two dropdown menus. The first is labeled 'Rain gage' and is set to 'TR20_Tp10''. The second is labeled 'Outlet node/subbasin' and is set to 'J-01'. There are also small icons for expanding or collapsing these sections.

Figura 16 - Interfaccia grafica modello SSA parametri Connecitiviy

PHYSICAL PROPERTIES

- Area | indica l'estensione totale del sottobacino espressa in ettari. Tale valore è stato determinato su un file .dwg estratto dal progetto delle aree esterne. Grazie alla posizione planimetrica della rete di progetto è stato possibile determinare l'area afferente a ciascun elemento.
- Width | indica il lato del bacino. SSA considera i sottobacini come dei piani inclinati rettangolari. Questo valore è equivalente al rapporto tra l'area totale e il tempo di accesso alla rete. Nel presente progetto, vista la forma abbastanza regolare di ogni sottobacino, si è assunto pari alla radice quadrata dell'area totale

- % Slope | indica la pendenza media del bacino (differenza tra quota media lato sud e lato nord diviso la lunghezza media del bacino). Nel presente progetto tale valore è stato assunto di default 1.20%
- Weighted Curve Number | indica il CN medio pesato. In particolare, come anticipato e come si può vedere dalla Figura 14, per ogni area è stata calcolata la percentuale di area semipermeabile (parcheggi drenanti con autobloccanti), area permeabile (aiuole e/o aree a verde).

Figura 17 - Interfaccia grafica modello SSA Physical properties

Il software automaticamente calcola il valore del CN a partire dalle superfici differentemente pavimentate (es. immagine seguente).

	Area (m²)	Area (%)	Curve Number	Soil Group	Description
1	132.23	24.27	92.00	...	
2	328.84	60.34	74.00	...	
3				...	
4				...	
5				...	
6				...	

Total area: 461.0700 m² Total area: 84.61% Weighted CN: 79.16

Figura 18 - Interfaccia grafica modello SSA parametri Curve Number

Si evidenzia come nell'esempio sopra riportato il totale dell'area permeabile+ semipermeabile rappresenti circa 85% dell'area totale, mentre il restante 15% è stato considerato impermeabile (impervious area).

IMPERVIOUS AREA

Rappresenta per ciascun sottobacino la percentuale di area completamente impermeabile, ovvero le coperture e le pavimentazioni della viabilità e del piazzale delle baie di carico.

IMPERVIOUS E PERVIOUS AREA

- Depression Depth | indica le profondità delle depressioni del terreno in funzione della tipologia del suolo. Esse sono espresse in millimetri. In particolare, tale valore viene determinato nel presente progetto come media pesata tra i diversi usi del suolo per ogni sottobacino
- Manning's Roughness | indica le asperità del terreno attraverso il coefficiente di scabrezza di Manning. Anche questo parametro è stato determinato come media pesata.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri utilizzati per determinare i valori medi pesati per ogni sottobacino:

Impervious Area depression depth [mm]	Impervious Area Manning's Roughness	SemiPervious Area depression depth [mm]	SemiPervious Area Manning's Roughness	Pervious Area depression depth [mm]	Pervious Area Manning's Roughness
2.00	0.0120	2.50	0.0120	5.00	0.40

Tabella 12 –Parametri Sottobacini utilizzati all'interno del software SSA

I Physical parameters influenzano la forma dell'idrogramma, mentre i parametri relativi alla pervious o impervious area caratterizzano le perdite idrologiche del bacino; non tutta l'acqua precipitata si trasforma quindi in deflusso superficiale, che interessa la rete di drenaggio in progetto, come si evince dalla formula riportata al paragrafo 7.2.2 che per completezza si riporta di seguito:

$$Q = W \cdot \frac{1.49}{n} \cdot (d - d_p)^{5/3} \cdot i^{1/2}$$

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con evidenziate le caratteristiche principali dei vari sottobacini.

ID	AREA [ha]	DRAINAGE NODE ID	WEIGHTED CN	EQUIVALENT WIDTH [m]	IMPERVIOUS AREA %	IMPERVIOUS AREA DEPRESSION [mm]	IMPERVIOUS AREA MANNING'S ROUGHNESS	PERVIOUS AREA DEPRESSION [mm]	PERVIOUS AREA MANNING'S ROUGHNESS
1	544.94	J-01	79.16	23.34	15%	2.00	0.012	4.28	0.289
2	558.59	J-02	82.92	23.63	22%	2.00	0.012	3.76	0.208
3	534.41	J-03	87.00	23.12	29%	2.00	0.012	3.19	0.120
4	567.63	J-04	82.86	23.82	20%	2.00	0.012	3.77	0.209
5	482.21	J-05	85.06	21.96	25%	2.00	0.012	3.46	0.162
6	510.53	J-06	84.45	22.59	24%	2.00	0.012	3.55	0.175
7	745.25	J-07	87.87	27.30	64%	2.00	0.012	3.07	0.101
9	299.79	J-09	0.00	17.31	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
10	253.39	J-10	88.79	15.92	29%	2.00	0.012	2.95	0.081
12	352.35	J-12	0.00	18.77	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
13	272.12	J-13	0.00	16.50	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
15	175.03	J-15	92.00	13.23	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
16	238.07	J-16	92.00	15.43	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
17	158.71	J-17	92.00	12.60	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
18	177.97	J-18	92.00	13.34	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
19	353.69	J-19	92.00	18.81	75%	2.00	0.012	2.50	0.012
21	237.21	J-21	92.00	15.40	96%	2.00	0.012	2.50	0.012
22	317.42	J-22	92.00	17.82	94%	2.00	0.012	2.50	0.012
23	250.00	J-23	0.00	15.81	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
24	250.00	J-24	0.00	15.81	100%	2.00	0.012	0.00	0.000

25	250.00	J-25	0.00	15.81	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
27	284.40	J-27	92.00	16.86	81%	2.00	0.012	2.50	0.012
28	540.30	J-28	92.00	23.24	89%	2.00	0.012	2.50	0.012
30	9321.65	J-30	0.00	96.55	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
33	663.90	J-33	74.54	25.77	19%	2.00	0.012	4.93	0.388
36	173.08	J-36	92.00	13.16	88%	2.00	0.012	2.50	0.012
37	237.73	J-37	86.99	15.42	82%	2.00	0.012	3.20	0.120
38	274.99	J-38	84.22	16.58	72%	2.00	0.012	3.58	0.180
39	256.05	J-39	0.00	16.00	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
40	563.39	J-40	0.00	23.74	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
42	311.93	J-42	0.00	17.66	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
43	311.93	J-43	0.00	17.66	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
44	376.88	J-44	0.00	19.41	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
45	188.70	J-45	0.00	13.74	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
46	222.00	J-46	0.00	14.90	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
47	222.00	J-47	0.00	14.90	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
48	250.95	M01a	74.00	15.84	86%	2.00	0.012	5.00	0.400
49	322.98	J-49	0.00	17.97	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
50	225.00	J-50	0.00	15.00	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
51	225.00	J-51	0.00	15.00	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
52	225.00	J-52	0.00	15.00	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
53	132.79	J-53	0.00	11.52	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
54	215.46	J-54	0.00	14.68	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
55	266.22	J-55	0.00	16.32	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
56	313.62	J-56	74.00	17.71	95%	2.00	0.012	5.00	0.400
57	254.18	J-57	74.00	15.94	86%	2.00	0.012	5.00	0.400

59	311.49	J-59	74.00	17.65	71%	2.00	0.012	5.00	0.400
60	471.89	J-60	83.77	21.72	31%	2.00	0.012	3.64	0.189
61	197.24	J-61	83.84	14.04	31%	2.00	0.012	3.63	0.188
63	258.38	J-63	0.00	16.07	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
65	240.62	J-65	0.00	15.51	100%	2.00	0.012	0.00	0.000
67	369.62	J-67	87.17	19.23	33%	2.00	0.012	3.17	0.116
68	297.84	J-68	92.00	17.26	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
69	191.77	J-69	92.00	13.85	0%	2.00	0.012	2.50	0.012
71	169.05	J-71	86.37	13.00	37%	2.00	0.012	3.28	0.134
72	458.74	J-72	86.37	21.42	39%	2.00	0.012	3.28	0.133
73	295.99	J-73	84.70	17.20	41%	2.00	0.012	3.51	0.169
74	199.95	J-74	80.96	14.14	60%	2.00	0.012	4.03	0.250
75	201.51	J-75	81.01	14.20	60%	2.00	0.012	4.03	0.249

Tabella 13 – Parametri Sottobacini

8.2.2 Nodi

All'interno del modello vengono schematizzati come nodi (junction) i pozzetti presenti nella rete. I parametri necessari per definire un nodo sono essenzialmente due:

- Invert Elevation (I.E.) | rappresenta la quota di fondo del nodo assoluta rispetto al livello del mare. Se ad un nodo confluiscono più rami, occorre calcolare le quote di scorrimento di ciascuna condotta afferente (cioè differenza tra Invert Elevation dei nodi di monte e il prodotto lunghezza*pendenza) e scegliere la minore, in quanto si è considerato l'allineamento dei cieli delle condotte, per evitare fenomeni di rigurgito
- Ground Elevation (G.E.) | è la quota assoluta rispetto al livello del mare del piano campagna

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva per i nodi di progetto con le caratteristiche principali.

ELEMENT ID	I.E. [m]	G.E. [m]	ELEMENT ID	I.E. [m]	G.E. [m]	ELEMENT ID	I.E. [m]	G.E. [m]
J-01	291.30	292.20	J-33	291.32	292.00	J-65	291.30	292.40
J-02	291.39	292.20	J-34	291.11	292.60	J-66	291.29	292.40
J-03	291.72	292.20	J-35	291.08	292.50	J-67	291.00	292.25
J-04	291.53	292.30	J-36	291.29	292.10	J-68	291.32	292.35
J-05	291.49	292.30	J-37	291.21	292.05	J-69	291.23	292.35
J-06	291.37	292.30	J-38	291.23	292.05	J-70	290.98	292.25
J-07	291.53	291.90	J-39	291.05	292.00	J-71	290.96	292.25
J-09	291.65	292.40	J-40	290.98	291.90	J-72	290.92	291.85
J-10	291.33	292.30	J-42	290.91	291.80	J-73	290.88	291.80
J-12	291.70	292.40	J-43	290.84	291.75	J-74	290.74	291.75
J-13	291.67	292.40	J-44	290.81	291.65	J-75	290.70	291.65
J-14	291.65	292.40	J-45	290.92	291.65	J-76	290.65	291.70
J-15	291.74	292.35	J-46	290.84	291.60	J-78	290.65	291.70
J-16	291.66	292.35	J-47	290.92	291.60	J-79	290.59	291.95
J-17	291.50	292.35	J-48	290.76	291.65	J-80	290.50	291.70
J-18	291.46	292.35	J-49	290.96	291.65	J-81	291.11	291.90
J-19	291.42	292.35	J-50	290.88	291.60	J-82	291.15	291.90
J-20	291.31	292.35	J-51	290.79	291.60	J-83	291.13	291.90
J-21	291.57	292.30	J-52	290.87	291.60	J-84	291.10	292.50
J-22	291.30	292.30	J-53	291.00	291.65	J-85	291.06	292.30
J-23	291.60	292.60	J-54	290.93	291.60	J-86	291.02	292.05
J-24	291.43	292.60	J-55	290.90	291.60	J-87	291.01	292.15
J-25	291.38	292.60	J-56	290.82	291.60	J-88	290.97	292.10
J-26	291.29	292.50	J-57	290.72	291.60	J-89	290.91	292.00
J-27	291.26	292.50	J-59	291.34	292.10	J-90	290.85	291.80
J-28	291.21	292.50	J-60	291.22	292.15	J-91	290.81	291.80
J-29	290.60	292.50	J-61	291.12	292.20	J-92	291.12	291.90
J-30	291.70	292.65	J-63	291.32	292.40	J-93	290.66	291.70

Tabella 14 –Parametri nodi utilizzati all'interno del software SSA

Oltre ai nodi rappresentati come *junction*, all'interno della rete di progetto esistono altri elementi nodi, che sono stati rappresentati come *Storage Node*. Essi sono ad esempio le vasche di accumulo, i manufatti di laminazione, i punti di

intersezione di elementi scatolari e i pozzetti di alloggiamento dei manufatti di regolazione delle portate. Sono stati rappresentati in questo modo perché caratterizzati da un'area e di conseguenza un volume non trascurabile, oltre al fatto che in questo modo si rende più stabile il modello idraulico.

STORAGE ID	DESCRIPTION	I.E. [m]	G.E. [m]
Accum_WC	Vasca accumulo WC	288.20	292.60
M01a	Manufatto bocca tarata scatolare e scolmatore scatolare	290.10	291.65
M01b	Manufatto collegamento a scatolare scolmatore troppo pieno	289.75	291.65
Scatolare	Scatolare laminazione	288.90	291.60
Vasca_lamin	Vasca di laminazione interrata	288.34	292.60

Tabella 15 –Parametri storage node utilizzati all'interno del software SSA

8.2.3 Rami

Per ciascuna condotta all'interno del software sono richiesti diversi parametri suddivisi in tre macro aree:

SHAPE

Dove è possibile selezionare la forma della condotta e impostare il diametro. Per il presente progetto sono state utilizzate delle condotte in materiale PVC circolare e manufatti scatolari in calcestruzzo.

PHYSICAL PROPERTIES

- Length | lunghezza della tubazione
- Inlet Elevation | quota di scorrimento del nodo di partenza riferita al livello del medio mare
- Outlet Elevation | quota di scorrimento del nodo di arrivo riferita al livello del medio mare
- Manning's roughness | coefficiente di scabrezza di Manning per le tubazioni. In particolare si è assunto 0.011 per le condotte in materiale plastico e 0.015 per le condotte in calcestruzzo.

FLOW PROPERTIES

Analizza la parte relativa alle perdite di carico iniziale, finale o aggiuntive. Questa parte, in questa fase progettuale non è stata sviluppata e ci si è affidati ai valori di perdite di carico di default del software di modellazione.

Il modellatore, andrà quindi sulla base di queste informazioni a calcolarsi in maniera automatica la pendenza della tubazione.

Per quanto riguarda la pendenza si è scelto di utilizzare una pendenza minima del 0.2% in modo da potersi allacciare alla fognatura pubblica.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle caratteristiche principali delle condotte della rete in progetto:

ELEMENT ID	DESCRIPTION	LENGTH [m]	INLET I.E. [m]	OUTLET I.E. [m]	SLOPE [%]	SHAPE
L-01	PVC SN8 - De200	14.00	291.30	291.27	0.2	CIRCULAR
L-02	PVC SN8 - De160	25.30	291.39	291.34	0.2	CIRCULAR
L-03	PVC SN8 - De160	18.60	291.72	291.68	0.2	CIRCULAR
L-04	PVC SN8 - De315	19.30	291.53	291.49	0.2	CIRCULAR
L-05	PVC SN8 - De315	19.20	291.49	291.45	0.2	CIRCULAR
L-06	PVC SN8 - De400	20.90	291.37	291.33	0.2	CIRCULAR
L-07	PVC SN8 - De250	10.50	291.53	291.50	0.3	CIRCULAR
L-09	PVC SN8 - De200	2.60	291.65	291.64	0.4	CIRCULAR
L-10	PVC SN8 - De400	9.10	291.33	291.31	0.2	CIRCULAR
L-12	PVC SN8 - De200	14.90	291.70	291.65	0.3	CIRCULAR
L-13	PVC SN8 - De200	1.80	291.67	291.65	1.1	CIRCULAR
L-14	PVC SN8 - De200	1.40	291.65	291.62	2.1	CIRCULAR
L-15	PVC SN8 - De160	19.40	291.74	291.70	0.2	CIRCULAR
L-16	PVC SN8 - De200	19.40	291.66	291.62	0.2	CIRCULAR
L-17	PVC SN8 - De315	19.40	291.50	291.46	0.2	CIRCULAR
L-18	PVC SN8 - De315	19.40	291.46	291.41	0.3	CIRCULAR
L-19	PVC SN8 - De315	9.80	291.42	291.39	0.3	CIRCULAR
L-20	PVC SN8 - De400	3.70	291.31	291.30	0.3	CIRCULAR
L-21	PVC SN8 - De160	14.30	291.57	291.54	0.2	CIRCULAR
L-22	PVC SN8 -2xDe400	5.50	291.30	291.29	0.2	CIRCULAR
L-23	PVC SN8 - De200	24.00	291.60	291.55	0.2	CIRCULAR
L-24	PVC SN8 - De315	26.20	291.43	291.38	0.2	CIRCULAR
L-25	PVC SN8 - De315	4.10	291.38	291.37	0.2	CIRCULAR
L-26	PVC SN8 - 2xDe400	12.70	291.29	291.26	0.2	CIRCULAR
L-27	PVC SN8 - 2xDe400	19.10	291.26	291.21	0.3	CIRCULAR
L-28	PVC SN8 - 2xDe400	0.40	291.21	291.20	2.5	CIRCULAR
L-29	SCATOLARE CLS - 100x50	4.40	291.11	291.10	0.2	Rectangular
L-30	PVC SN8 - 3xDe315	11.40	291.70	291.55	1.3	CIRCULAR
L-31	PVC SN8 - De250	6.90	291.10	291.08	0.3	CIRCULAR
L-32	PVC SN8 - De250	2.90	291.25	291.11	4.8	CIRCULAR
L-33	PVC SN8 - De200	5.10	291.22	291.20	0.4	CIRCULAR
L-34	PVC SN8 - De250	12.00	291.11	291.08	0.3	CIRCULAR
L-35	PVC SN8 - De250	12.00	291.08	291.06	0.2	CIRCULAR
L-36	PVC SN8 - De160	16.70	291.29	291.25	0.2	CIRCULAR
L-37	PVC SN8 - De200	18.10	291.21	291.16	0.3	CIRCULAR
L-38	PVC SN8 - De160	9.60	291.23	291.20	0.3	CIRCULAR
L-39	PVC SN8 - De315	18.20	291.05	290.98	0.4	CIRCULAR
L-40	PVC SN8 - De315	8.90	290.98	290.91	0.8	CIRCULAR
L-42	PVC SN8 - De315	15.40	290.91	290.84	0.5	CIRCULAR

L-43	PVC SN8 - 2xDe315	5.90	290.84	290.81	0.5	CIRCULAR
L-44	PVC SN8 - 2xDe315	24.90	290.81	290.76	0.2	CIRCULAR
L-45	PVC SN8 - De200	14.10	290.92	290.89	0.2	CIRCULAR
L-46	PVC SN8 - De200	14.10	290.92	290.89	0.2	CIRCULAR
L-47	PVC SN8 - De250	4.30	290.84	290.83	0.2	CIRCULAR
L-48	PVC SN8 - 3xDe315	29.00	290.76	290.70	0.2	CIRCULAR
L-49	PVC SN8 - De200	14.50	290.96	290.93	0.2	CIRCULAR
L-50	PVC SN8 - De250	14.50	290.88	290.85	0.2	CIRCULAR
L-51	PVC SN8 - De315	14.50	290.79	290.76	0.2	CIRCULAR
L-52	PVC SN8 - De200	14.50	290.87	290.84	0.2	CIRCULAR
L-53	PVC SN8 - De160	14.50	291.00	290.97	0.2	CIRCULAR
L-54	PVC SN8 - De200	14.50	290.93	290.90	0.2	CIRCULAR
L-55	PVC SN8 - De200	14.50	290.90	290.87	0.2	CIRCULAR
L-56	PVC SN8 - De250	14.30	290.82	290.79	0.2	CIRCULAR
L-57	PVC SN8 - De315	8.60	290.72	290.70	0.2	CIRCULAR
L-59	PVC SN8 - De160	11.80	291.34	291.31	0.3	CIRCULAR
L-60	PVC SN8 - De250	19.40	291.22	291.18	0.2	CIRCULAR
L-61	PVC SN8 - De315	19.20	291.12	291.08	0.2	CIRCULAR
L-63	PVC SN8 - De200	12.20	291.32	291.29	0.3	CIRCULAR
L-65	PVC SN8 - De200	3.80	291.30	291.29	0.3	CIRCULAR
L-66	PVC SN8 - De200	9.20	291.29	291.20	1.0	CIRCULAR
L-67	PVC SN8 - De400	11.40	291.00	290.98	0.2	CIRCULAR
L-68	PVC SN8 - De160	19.50	291.32	291.27	0.3	CIRCULAR
L-69	PVC SN8 - De160	14.70	291.23	291.18	0.3	CIRCULAR
L-70	PVC SN8 - De400	6.70	290.98	290.96	0.2	CIRCULAR
L-71	PVC SN8 - De400	19.10	290.96	290.92	0.2	CIRCULAR
L-72	PVC SN8 - De400	19.10	290.92	290.88	0.2	CIRCULAR
L-73	PVC SN8 - De400	19.10	290.88	290.84	0.2	CIRCULAR
L-74	PVC SN8 - De500	19.10	290.74	290.70	0.2	CIRCULAR
L-75	PVC SN8 - De500	21.60	290.70	290.66	0.2	CIRCULAR
L-76	PVC SN8 - De500	1.50	290.66	290.65	0.3	CIRCULAR
L-78	PVC SN8 - De315	28.40	290.65	290.59	0.2	CIRCULAR
L-79	PVC SN8 - De315	45.00	290.59	290.50	0.2	CIRCULAR
L-80	PVC SN8 - De315	12.00	290.50	290.47	0.3	CIRCULAR
L-84	SCTOLARE CLS 70x40	1.00	289.75	289.75	0.0	Rectangular
L-85	PVC SN8 - De250	17.40	291.06	291.02	0.2	CIRCULAR
L-86	PVC SN8 - De250	4.70	291.02	291.01	0.2	CIRCULAR
L-87	PVC SN8 - De250	19.20	291.01	290.97	0.2	CIRCULAR
L-88	PVC SN8 - De250	28.30	290.97	290.91	0.2	CIRCULAR
L-89	PVC SN8 - De250	28.30	290.91	290.85	0.2	CIRCULAR

L-90	PVC SN8 - De250	21.50	290.85	290.81	0.2	CIRCULAR
L-91	PVC SN8 - De250	41.80	290.81	290.73	0.2	CIRCULAR
L-92	PVC SN8 - 4xDe200_Troppo pieno scatolare	0.50	290.88	290.66	44.0	CIRCULAR
L-94	PVC SN8 - De315	1.80	290.66	290.65	0.6	CIRCULAR

Tabella 16 –Parametri rami utilizzati all'interno del software SSA

8.3 Caratteristiche geometriche della vasca di laminazione interrata e dei relativi manufatti

Come accennato in precedenza, si prevede di ricavare una parte del volume di laminazione necessario mediante la realizzazione di una vasca interrata in cemento armato localizzata sotto l'edificio delle centrali tecnologiche. In adiacenza a tale vasca, allo spigolo sud-ovest, è prevista la vasca di accumulo delle acque destinate al riuso per le cassette dei WC, di capacità pari a circa 74 mc, che raccoglie le acque drenate dalla copertura dell'edificio produttivo.

Cautelativamente nel dimensionamento della vasca di laminazione non è stato considerato tale volume di accumulo, assumendo che possa essere piena al momento dell'evento pluviometrico di progetto delle opere di laminazione.

Come evidenziato nella immagine seguente, dalla vasca di accumulo le portate in esubero sfiorano mediante uno stramazzo posto sulla parete nord verso il canale di alimentazione della vasca di laminazione e da qui si uniscono alla rete che raccoglie la viabilità nord-est del lotto. Si specifica che nel dimensionamento della quota di tale soglia di sfioro (pari a 291.50 m s.l.m.) è stato considerato che non si verificasse mai il funzionamento rigurgitato, ovvero il massimo battente nel canale a valle non superasse mai tale quota, al fine di evitare che acque provenienti dalla rete di drenaggio della viabilità potessero andare all'interno della vasca di accumulo.

Per portate di bassa intensità, ovvero complessivamente inferiori al limite massimo di portata scaricabile, l'acqua che sormonta la soglia di sfioro della vasca di accumulo defluisce verso ovest, si immette nel pozzetto di alloggiamento del dispositivo di regolazione della portata e da qui scorre verso sud nel ramo di scarico (ID: T31).

Per portate di maggior intensità entra in funzione il manufatto di regolazione delle portate e inizia il funzionamento rigurgitato del canale di alimentazione della vasca di laminazione, quando poi il battente in tale canale supera la quota di stramazzo (pari a 291.33 m s.l.m.) si inizia ad invasare il volume in esubero nella vasca stessa.

Al fine di ottimizzare il funzionamento della vasca di laminazione per eventi estremi ed evitare il rigurgito nelle tubazioni che alimentano la vasca di accumulo, oltre alla suddetta soglia di sfioro si prevede la realizzazione di un'ulteriore soglia che mette in collegamento la vasca di accumulo direttamente con la vasca di laminazione, posta sulla parete est della vasca di accumulo stessa, a quota pari 291.55 m s.l.m. La differenza di quota tra le due soglie della vasca di accumulo garantisce che le portate di bassa entità defluiscano verso la rete di scarico senza andare ad interessare la vasca di laminazione.

Nella seguente immagine si riporta un estratto dell'elab. 00PC_OU_N003_4929 al quale si rimanda per un maggior dettaglio.

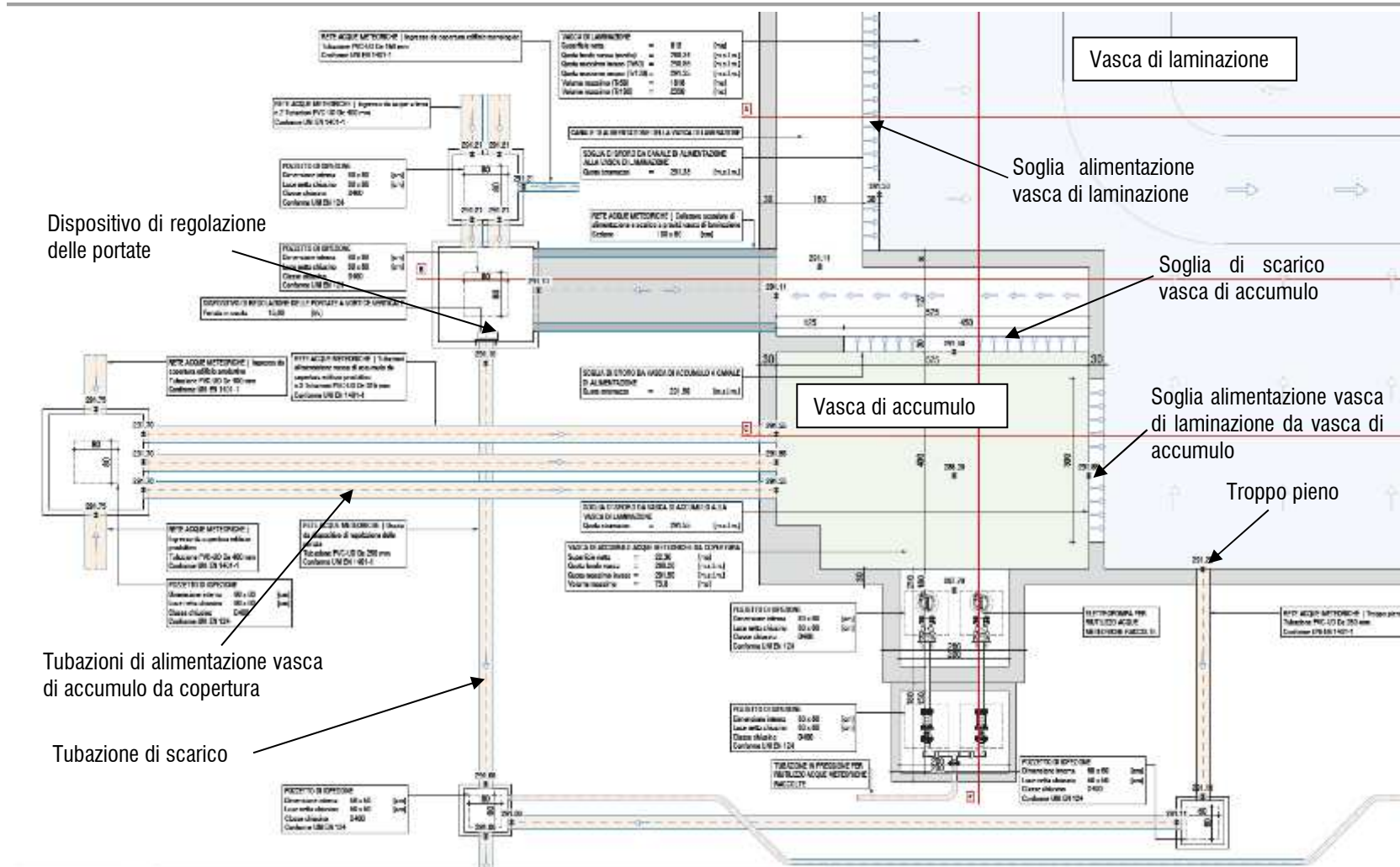


Figura 19- Schema manufatti di alimentazione della vasca di laminazione estratto dall'elab. 00PC_OU_N003_4929

La vasca di laminazione avrà una superficie interna netta in pianta pari a circa 831 mq. La quota di fondo della vasca di laminazione è pari a 288.24 m s.l.m., tuttavia, come si evince dalla seguente immagine estratta dall'elab. 00PC_OU_N003_4929 al quale si rimanda per un maggiore dettaglio costruttivo, il fondo della vasca sarà pendenziato al fine di facilitare il deflusso delle portate verso l'impianto di sollevamento. Si ottiene pertanto una quota media di fondo vasca pari a 288.34 m s.l.m.

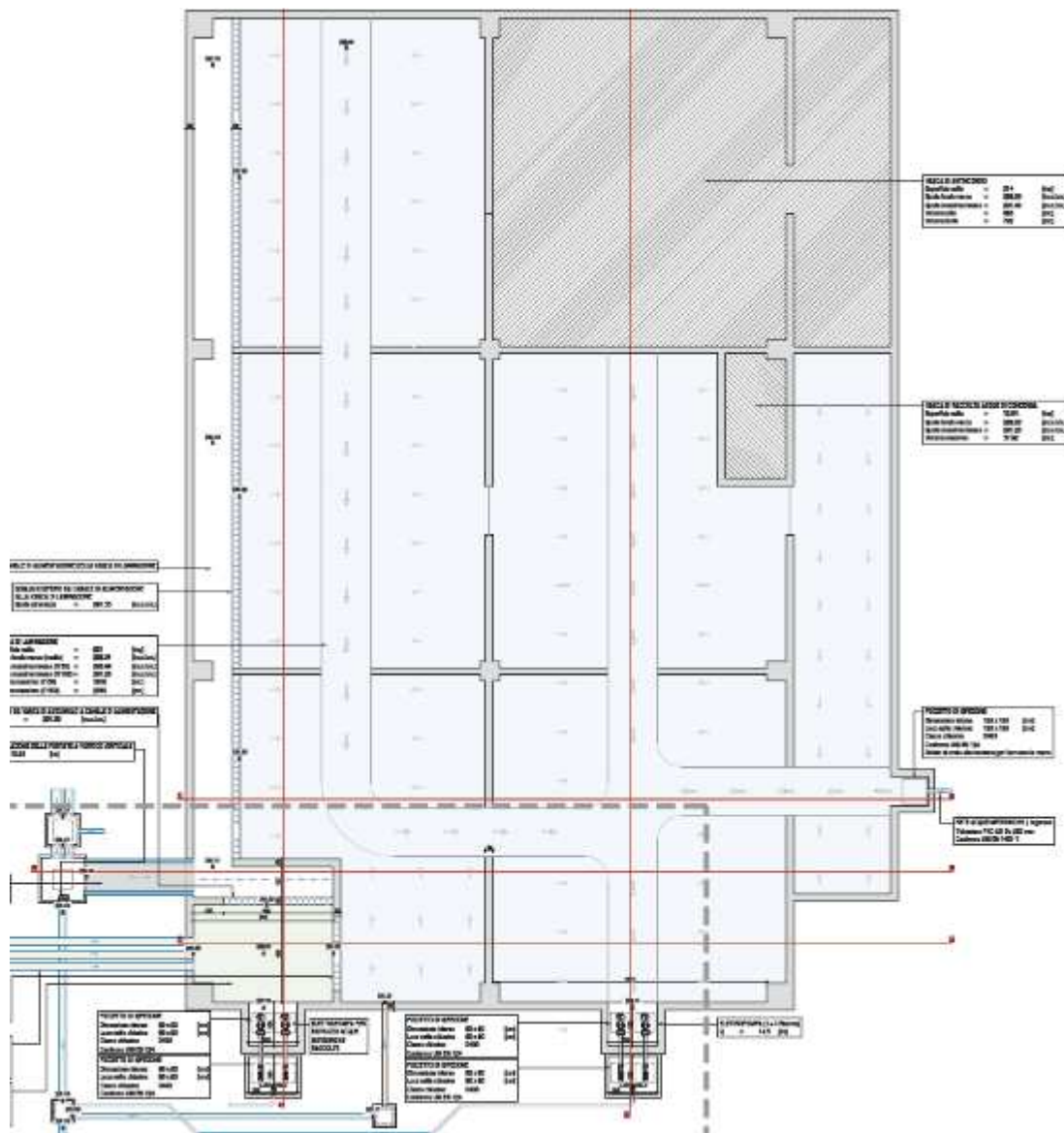


Figura 20- Planimetria vasca di laminazione estratta dall'elab. 00PC_OU_N003_4929

Sulla parete sud della vasca si prevede la realizzazione di una tubazione di troppo pieno che scarica in un pozzetto a valle del manufatto di regolazione delle portate. Nel medesimo pozzetto scaricherà anche la tubazione in pressione proveniente dall'impianto di sollevamento.

L'impianto di sollevamento, localizzato a sud della vasca, è costituito da un'elettropompa da 14.4 l/s più una di riserva. Il vano di alloggiamento dell'impianto di sollevamento avrà quota 50 cm inferiore rispetto al fondo vasca (cfr. immagine seguente).

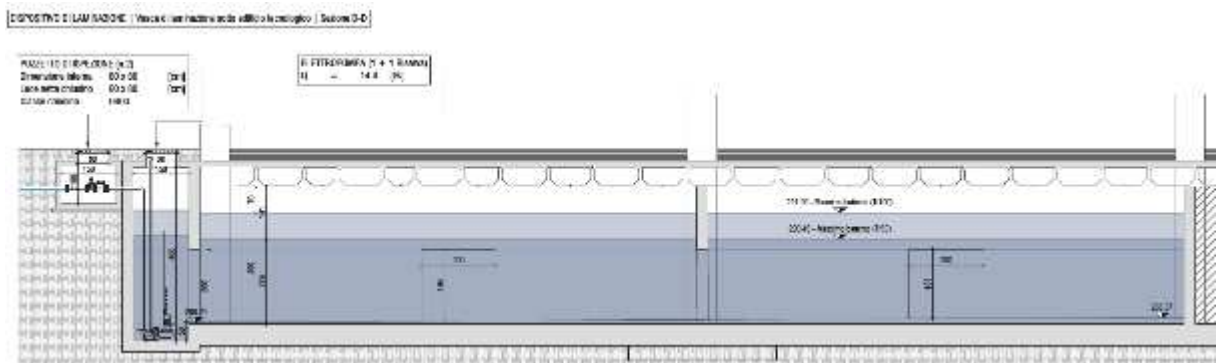


Figura 21- Sezione in corrispondenza del vano di alloggiamento dell'impianto di sollevamento estratta dall'elab. 00PC_OU_N003_4929

Nella seguente tabella si riporta la curva di invaso della vasca di laminazione.

Curva di invaso vasca		
battente	battente assoluta	volume
0	288.34	0
2.46	290.8	2044.26
2.47	290.81	2052.26
3.56	291.9	2890.47

Tabella 17 –Curva invaso vasca di laminazione

8.3.1 Manufatto di regolazione delle portate - vasca di laminazione

Ad ovest della vasca di laminazione, identificato nel pozzetto J-29 è collocato un dispositivo di regolazione delle portate in modo tale da rispettare in ogni situazione di pioggia il limite allo scarico in fognatura. Esso è stato modellato attraverso il software *Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA)*.

Il pozzetto in cui alloggia il manufatto di regolazione è realizzato con un fondo idraulico di 50 cm. Questo è stato realizzato per permettere agli elementi più grossolani di depositarsi sul fondo e non interferire con il regolatore di portata. Esso avrà quindi necessità di manutenzione attraverso una pulizia e svuotamento circa 2 volte all'anno in modo da eliminare i sedimenti depositati.

Il sistema di regolazione delle portate, collocato all'interno del pozzetto J-29 è un regolatore di portata a vortice verticale, collocato in un pozzetto in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni 1.75x1.75 m e posto ad una quota di scorrimento pari a 291.10 m.s.l.m.

Il dispositivo previsto ha una massima portata in uscita, compatibile con il massimo battente di progetto, pari a 15 l/s.

Di seguito si riporta la curva caratteristica del manufatto scelto:

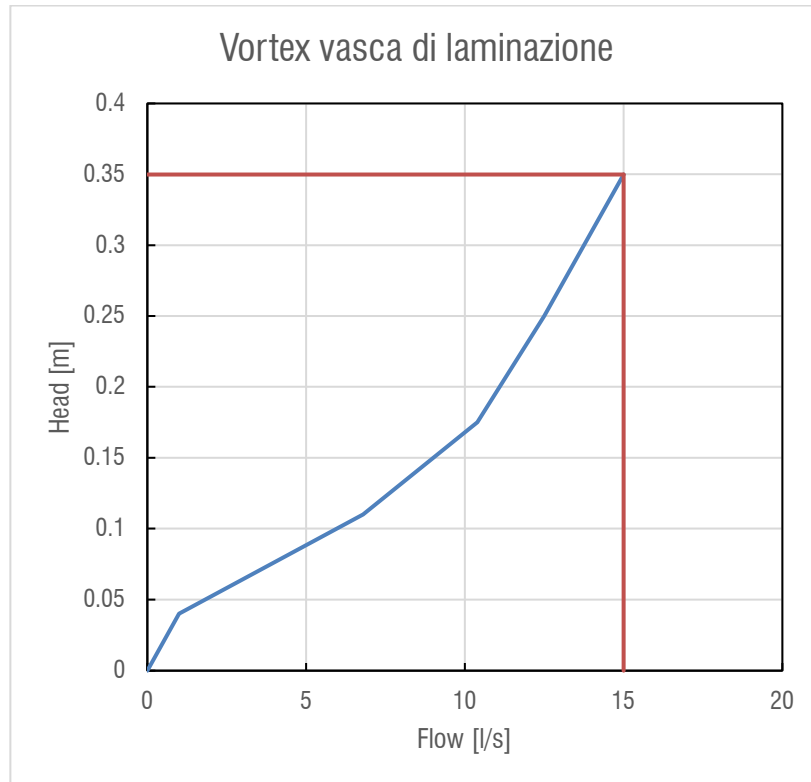


Figura 22 - Curva caratteristica del funzionamento del regolatore di portata della vasca di laminazione

All'interno del software di modellazione, tale manufatto è schematizzato come un Outlet, come descritto nel paragrafo 7.3.2. È stato quindi necessario inserire l'invert elevation del vortex, oltre a importare la curva caratteristica.

8.4 Caratteristiche geometriche dello scatolare di laminazione interrato e dei relativi manufatti

Come accennato in precedenza, si prevede di ricavare quota parte del volume di laminazione necessario mediante la realizzazione di uno scatolare interrato, di dimensioni 3x2 m per una lunghezza di 160 m, localizzato sotto il corsello ovest del lotto.

Come evidenziato nella immagine seguente, le portate drenate dalla rete confluiscono in un manufatto posto a sud dello scatolare dove è presente il dispositivo di regolazione delle portate. Per portate di bassa intensità, ovvero complessivamente inferiori al limite massimo di portata scaricabile, l'acqua che entra in tale manufatto scorre verso sud nel ramo di scarico (ID: T78).

Per portate di maggior intensità entra in funzione il manufatto di regolazione delle portate e quando il battente nel manufatto supera la quota di stramazzo (pari a 290.87 m s.l.m.) il volume in esubero entra nella cameretta interna al manufatto e da qui mediante scatolare di dimensioni 70 x 40 cm inizia a riempire lo scatolare posto a nord.

Nella seguente tabella si riporta la curva di invaso della vasca di laminazione.

Curva di invaso scatolare		
battente	battente assoluto	volume
0	288.9	0
0.16	289.06	38.4
2	290.9	921.6
2.16	291.06	960.32

Tabella 18 –Curva invaso scatolare di laminazione

Nella seguente immagine si riporta un estratto dell'elab. 00PC_OU_N002_4929 al quale si rimanda per un maggior dettaglio.

Lo scatolare di laminazione avrà quota di fondo lato sud pari a 288.90 m s.l.m. e avrà una pendenza del 0.1%.

Sulla parete sud della cameretta interna si prevede la realizzazione di 4 tubazioni $\varnothing 200$ di troppo pieno che scaricano in un pozzetto a valle del manufatto di regolazione delle portate. Nel medesimo pozzetto scaricherà anche la tubazione in pressione proveniente dall'impianto di sollevamento.

L'impianto di sollevamento, localizzato a sud dello scatolare, è costituito da un'elettropompa da 10 l/s più una di riserva. Il vano di alloggiamento dell'impianto di sollevamento avrà quota 100 cm inferiore rispetto al fondo dello scatolare.

8.4.1 Manufatto di regolazione delle portate - scatolare di laminazione

A sud manufatto descritto in precedenza, identificato come Storage Node M01a nel modello di verifica, è collocato un dispositivo di regolazione delle portate in modo tale da rispettare in ogni situazione di pioggia il limite allo scarico in fognatura. Esso è stato modellato attraverso il software *Autodesk Storm and Sanitary Analysis (SSA)*.

Il pozzetto in cui alloggia il manufatto di regolazione è realizzato con un fondo idraulico di 50 cm. Questo è stato realizzato per permettere agli elementi più grossolani di depositarsi sul fondo e non interferire con il regolatore di portata. Esso avrà quindi necessità di manutenzione attraverso una pulizia e svuotamento circa 2 volte all'anno in modo da eliminare i sedimenti depositati.

Il sistema di regolazione delle portate, collocato all'interno del pozzetto M01a è un regolatore di portata a vortice verticale posto ad una quota di scorrimento pari a 290.65 m.s.l.m.

Il dispositivo previsto ha una massima portata in uscita, compatibile con il massimo battente di progetto, pari a 11.5 l/s. Si specifica che il manufatto di regolazione della portata a valle della vasca di laminazione ha un tempo di risposta differente e pertanto come si vedrà in seguito i picchi di portata a valle dei due manufatti di regolazione delle portate non sono sincroni.

Di seguito si riporta la curva caratteristica del manufatto scelto:

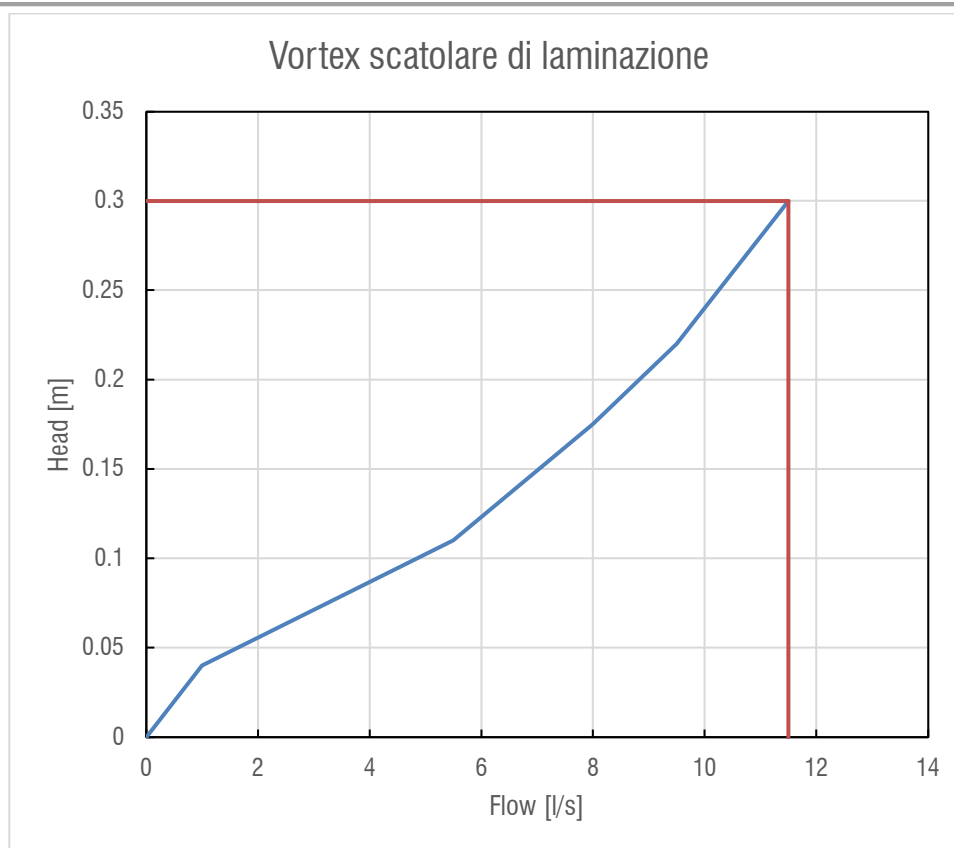


Figura 24 - Curva caratteristica del funzionamento del regolatore di portata dello scatolare di laminazione

All'interno del software di modellazione, tale manufatto è schematizzato come un Outlet, come descritto nel paragrafo 7.3.2. È stato quindi necessario inserire l'invert elevation del vortex, oltre a importare la curva caratteristica.

8.5 Dimensionamento canaline grigliate

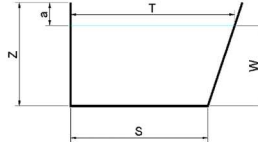
Le portate provenienti dalle pavimentazioni esterne a terra del marciapiede di accesso lato nord, dell'area di manovra allo spigolo nord-est del lotto e dell'accesso carrabile nord-ovest (rispettivamente T03, T07 e T59 della tabella seguente) verranno raccolte mediante delle canaline grigliate, in luogo delle classiche caditoie adoperate per le restanti aree esterne pavimentate.

Le canaline sono state verificate per analogia al calcolo relativo ai sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici, secondo la normativa UNI EN 12056-03, in quanto cautelativa rispetto al semplice calcolo idraulico con la formula di Chezy.

In particolare, dopo aver ipotizzato una sezione idraulica, è stato possibile verificare che la capacità della canaletta grigliata risultasse maggiore dello scorrimento, andando quindi a verificare la capacità del canale di gronda attraverso formule empiriche, che tengono in considerazione diversi fattori, come il rapporto tra la sezione idraulica del canale di gronda e la sua lunghezza e la pendenza del canale di gronda stesso.

La verifica sulle canalette grigliate è stata effettuata considerando l'area che affluisce sul tratto stesso.

# Tratto	Superficie afferente al tratto [mq]	Lunghezza di drenaggio tratto [m]	Coefficiente di deflusso	A _{EFFICACE} [mq]
T03	534	12	0.71	377
T07	745	19	0.86	638
T59	311	6	0.80	249



S	Larghezza in corrispondenza del fondo	[mm]	220
T	Larghezza in corrispondenza della linea d'acqua di progetto	[mm]	223
W	Altezza al di sotto della linea d'acqua di progetto	[mm]	215
↓			
A_E	Sezione trasversale totale del canale di gronda	[mm ²]	47300
W/T	Rapporto di W/T	[adimensionale]	0.977
W/T approssimato	W/T approssimato al valore tabellato cautelativamente più piccolo	[adimensionale]	0.900
F_d	Coefficiente di altezza funzione di W/T - fig. 5 Norma UNI 12056-3	[adimensionale]	0.977
S/T	Rapporto di S/T	[adimensionale]	1.000
S/T approssimato	S/T approssimato al valore tabellato cautelativamente più piccolo	[adimensionale]	1.000
F_s	Coefficiente di forma funzione di S/T - fig. 6 Norma UNI 12056-3	[adimensionale]	1.000
F_h	Coefficiente di carico funzione di S/T - fig. 10 Norma UNI 12056-3 - per determinare il carico disponibile sulla bocca di efflusso	[adimensionale]	0.470
↓			
Q_{SE}	Capacità equivalente di un cornicione di gronda quadrato	$Q_{SE} = 3,48 \cdot 10^{-5} \cdot A_E^{1,25}$ [l/s]	24.275
↓			
Q_N	Capacità nominale di un cornicione di gronda	$Q_N = F_d \cdot F_s \cdot Q_{SE}$ [l/s]	23.726
↓			
Q_L	Capacità di progetto di canali di gronda "corti" orizzontali	$Q_L = 0.9 \cdot Q_N$ [l/s]	21.354

# Tratto	L	i	W	L/W	L/W approssimato	F _L	S	F _h
T03	12000	Orizzontale da 0 a 0.3%	215	56	75	0.97	220	0.470
T07	19000	Orizzontale da 0 a 0.3%	215	88	100	0.93	220	0.470
T59	6000	Orizzontale da 0 a 0.3%	215	28	Canale idr. corto	1.00	220	0.470

VERIFICA GEOMETRIA		<p style="text-align: center;"> <i>CAPACITA'GRONDA > PORTATA AFFERENTE → VERIFICATO</i> <i>CAPACITA'GRONDA < PORTATA AFFERENTE → NON VERIFICATO</i> </p>		
↓				
# Tratto	Q _{VERIFICA}	Q _L	Q _{CANALE}	VERIFICA GEOMETRIA
ID Tratto	Portata afferente al tratto [l/s]	Capacità di progetto di canali di gronda "corti" orizzontali	Capacità Canale [l/s]	$Q = k_0 \cdot C_c \cdot F_L \cdot Q_L$
T03	11.3	21.3	20.7	VERIFICATO
T07	19.1	21.3	19.8	VERIFICATO
T59	7.4	21.3	21.3	VERIFICATO

Tabella 19 –Verifica Canalette grigliate in progetto

9 RISULTATI MODELLAZIONE RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

Nella seguente immagine si riporta uno stralcio dello schema della geometria di verifica implementata all'interno del software SSA, dove sono riportate le numerazioni dei sottobacini (indicati con il perimetro arancione), dei nodi rappresentativi dei vari pozzetti (indicati con la lettera J-xx) e dei tratti di fognatura (indicati con L-xx).



Figura 25 - Schema della geometria del modello di verifica della rete

La rete è stata pre-dimensionata sulla base dell'esperienza del progettista per poi essere successivamente verificata attraverso il software di modellazione. Per ogni tratto di condotta si è mantenuto un ricoprimento minimo di 70 cm circa ove possibile. In caso contrario, sarà previsto un bauletto in calcestruzzo.

9.1 Scenari di verifica

La modellazione numerica è stata condotta con i seguenti tre obiettivi:

SCENARIO A - Verifica grado di riempimento rete | scenario di pioggia intensa di breve durata - evento pluviometrico con tempo di ritorno pari a 20 anni e durata pari a 10 minuti.

SCENARIO B – Dimensionamento manufatti di laminazione | scenari con tempo di ritorno pari a 50 anni e con differenti tempi di pioggia di input maggiori di 1h fino alla determinazione della durata che massimizza il volume di ogni manufatto di laminazione.

SCENARIO C – Verifica dei franchi di sicurezza | scenari con tempo di ritorno pari a 100 anni e con differenti tempi di pioggia di input maggiori di 1h fino alla determinazione della durata che massimizza il volume di ogni manufatto di laminazione.

9.2 Risultati modellazione per verifica rete – scenario A

Dalla seguente tabella, dove si riportano i risultati della modellazione per lo scenario A, si evince come la rete di progetto complessivamente risulti verificata, con grado di riempimento massimo intorno a 80% (cfr. anche immagine seguente) e con delle velocità di progetto superiori allo 0,4 m/s.

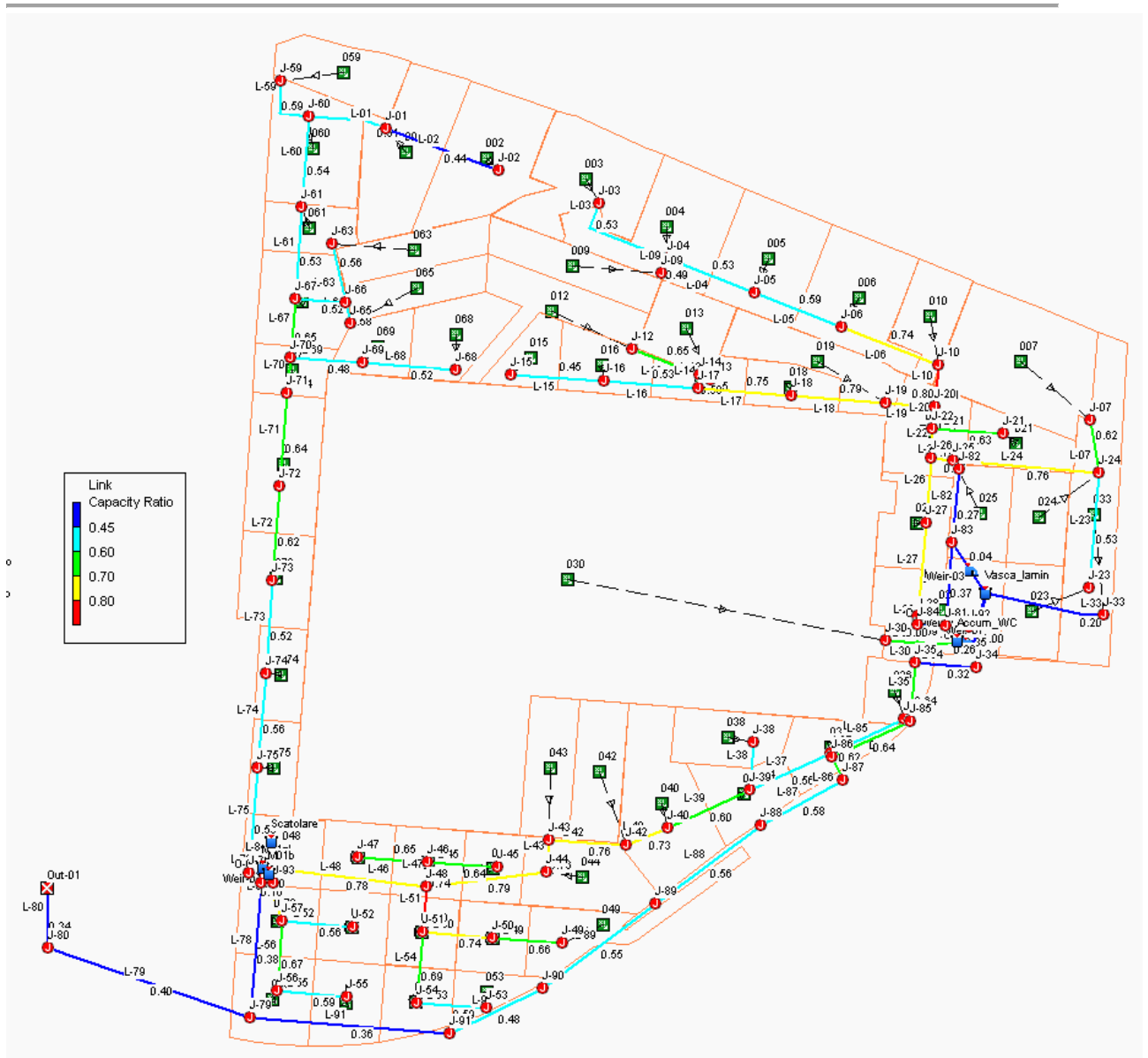


Figura 26 - Schema della geometria del modello di verifica della rete con evidenziato il massimo grado di riempimento delle condotte

Nella tabella si evidenzia in colore arancio la condotta di scarico finale in uscita dal lotto d'intervento (L-79) dove la portata massima risulta pari a 24.26 l/s, quindi nei limiti previsti per l'invarianza idraulica (pari a 24.4 l/s).

Element ID	Description	Length	Slope %	Q max	v max	Design Flow Capacity	Capacity Ratio	Verifica
L-01	PVC SN8 - De200	14.0	0.21	6.15	0.47	15.26	0.51	VERIFICATO
L-02	PVC SN8 - De160	25.3	0.20	3.72	0.49	8.09	0.44	VERIFICATO
L-03	PVC SN8 - De160	18.6	0.22	5.33	0.55	8.44	0.53	VERIFICATO
L-04	PVC SN8 - De315	19.3	0.21	17.36	0.56	50.47	0.53	VERIFICATO
L-05	PVC SN8 - De315	19.2	0.21	20.25	0.72	50.60	0.60	VERIFICATO
L-06	PVC SN8 - De400	20.9	0.19	23.00	0.48	91.69	0.75	VERIFICATO
L-07	PVC SN8 - De250	10.5	0.29	15.60	0.67	32.00	0.62	VERIFICATO
L-09	PVC SN8 - De200	2.6	0.38	8.98	0.65	20.44	0.49	VERIFICATO
L-10	PVC SN8 - De400	9.1	0.22	26.55	0.31	98.26	0.82	VERIFICATO
L-12	PVC SN8 - De200	14.9	0.34	10.55	0.56	19.09	0.65	VERIFICATO
L-13	PVC SN8 - De200	1.8	1.11	8.15	0.72	34.74	0.65	VERIFICATO
L-14	PVC SN8 - De200	1.4	2.14	18.69	1.20	48.25	0.60	VERIFICATO
L-15	PVC SN8 - De160	19.4	0.21	3.34	0.44	8.26	0.45	VERIFICATO
L-16	PVC SN8 - De200	19.4	0.21	7.69	0.52	14.97	0.54	VERIFICATO
L-17	PVC SN8 - De315	19.4	0.21	28.48	0.76	50.34	0.76	VERIFICATO
L-18	PVC SN8 - De315	19.4	0.26	31.34	0.54	50.34	0.80	VERIFICATO
L-19	PVC SN8 - De315	9.8	0.31	39.96	0.70	61.34	0.80	VERIFICATO
L-20	PVC SN8 - De400	3.7	0.27	65.27	0.69	108.96	0.81	VERIFICATO
L-21	PVC SN8 - De160	14.3	0.21	7.01	0.60	8.33	0.63	VERIFICATO
L-22	PVC SN8 -2xDe400	5.5	0.18	79.98	0.43	178.74	0.78	VERIFICATO
L-23	PVC SN8 - De200	24.0	0.21	7.50	0.58	15.04	0.53	VERIFICATO

L-24	PVC SN8 - De315	26.2	0.19	29.76	0.59	48.43	0.76	VERIFICATO
L-25	PVC SN8 - De315	4.1	0.24	36.68	0.86	54.75	0.76	VERIFICATO
L-26	PVC SN8 - 2xDe400	12.7	0.24	116.10	0.67	203.73	0.78	VERIFICATO
L-27	PVC SN8 - 2xDe400	19.1	0.26	122.83	0.66	214.47	0.79	VERIFICATO
L-28	PVC SN8 - 2xDe400	0.4	2.50	136.39	1.03	662.77	0.78	VERIFICATO
L-29	SCATOLARE CLS - 100x50	4.4	0.23	121.33	0.33	481.29	0.75	VERIFICATO
L-30	PVC SN8 - 3xDe315	11.4	1.32	253.79	1.66	381.52	0.69	VERIFICATO
L-31	PVC SN8 - De250	6.9	0.29	15.00	0.72	32.23	0.65	VERIFICATO
L-32	PVC SN8 - De250	2.9	4.83	0.00	0.00	131.53	0.00	VERIFICATO
L-33	PVC SN8 - De200	5.1	0.39	3.78	0.98	50.56	0.20	VERIFICATO
L-34	PVC SN8 - De250	12.0	0.25	0.00	0.00	29.93	0.32	VERIFICATO
L-35	PVC SN8 - De250	12.0	0.21	14.98	0.66	27.32	0.64	VERIFICATO
L-36	PVC SN8 - De160	16.7	0.24	4.98	0.50	8.90	0.56	VERIFICATO
L-37	PVC SN8 - De200	18.1	0.28	11.13	0.69	17.32	0.56	VERIFICATO
L-38	PVC SN8 - De160	9.6	0.31	6.05	0.61	10.17	0.54	VERIFICATO
L-39	PVC SN8 - De315	18.2	0.38	24.77	0.61	68.76	0.60	VERIFICATO
L-40	PVC SN8 - De315	8.9	0.79	41.53	0.79	98.32	0.73	VERIFICATO
L-42	PVC SN8 - De315	15.4	0.45	50.81	0.94	74.75	0.76	VERIFICATO
L-43	PVC SN8 - 2xDe315	5.9	0.51	60.08	0.58	158.11	0.76	VERIFICATO
L-44	PVC SN8 - 2xDe315	24.9	0.20	71.25	0.63	99.36	0.79	VERIFICATO
L-45	PVC SN8 - De200	14.1	0.21	5.64	0.45	15.20	0.64	VERIFICATO
L-46	PVC SN8 - De200	14.1	0.21	6.64	0.47	15.20	0.65	VERIFICATO
L-47	PVC SN8 - De250	4.3	0.23	18.89	0.73	28.87	0.74	VERIFICATO
L-48	PVC SN8 - 3xDe315	29.0	0.21	123.40	0.71	151.29	0.78	VERIFICATO
L-49	PVC SN8 - De200	14.5	0.21	9.67	0.60	14.99	0.66	VERIFICATO

L-50	PVC SN8 - De250	14.5	0.21	16.38	0.62	27.23	0.74	VERIFICATO
L-51	PVC SN8 - De315	14.5	0.21	33.47	0.85	50.43	0.80	VERIFICATO
L-52	PVC SN8 - De200	14.5	0.21	6.74	0.55	14.99	0.56	VERIFICATO
L-53	PVC SN8 - De160	14.5	0.21	3.97	0.44	8.27	0.59	VERIFICATO
L-54	PVC SN8 - De200	14.5	0.21	10.41	0.63	14.99	0.69	VERIFICATO
L-55	PVC SN8 - De200	14.5	0.21	7.97	0.55	14.99	0.59	VERIFICATO
L-56	PVC SN8 - De250	14.3	0.21	16.88	0.66	27.42	0.67	VERIFICATO
L-57	PVC SN8 - De315	8.6	0.23	30.13	0.74	53.47	0.76	VERIFICATO
L-59	PVC SN8 - De160	11.8	0.25	6.63	0.61	9.17	0.59	VERIFICATO
L-60	PVC SN8 - De250	19.4	0.21	17.24	0.72	27.18	0.54	VERIFICATO
L-61	PVC SN8 - De315	19.2	0.21	18.93	0.65	50.60	0.53	VERIFICATO
L-63	PVC SN8 - De200	12.2	0.25	7.74	0.48	16.34	0.56	VERIFICATO
L-65	PVC SN8 - De200	3.8	0.26	7.21	0.61	16.91	0.58	VERIFICATO
L-66	PVC SN8 - De200	9.2	0.98	14.95	1.03	32.60	0.52	VERIFICATO
L-67	PVC SN8 - De400	11.4	0.22	37.70	0.60	87.79	0.65	VERIFICATO
L-68	PVC SN8 - De160	19.5	0.26	5.37	0.57	9.21	0.52	VERIFICATO
L-69	PVC SN8 - De160	14.7	0.34	8.80	0.67	19.22	0.48	VERIFICATO
L-70	PVC SN8 - De400	6.7	0.22	46.21	0.61	114.51	0.65	VERIFICATO
L-71	PVC SN8 - De400	19.1	0.21	47.85	0.64	95.91	0.64	VERIFICATO
L-72	PVC SN8 - De400	19.1	0.21	52.68	0.72	95.91	0.62	VERIFICATO
L-73	PVC SN8 - De400	19.1	0.21	55.55	0.93	95.91	0.53	VERIFICATO
L-74	PVC SN8 - De500	19.1	0.21	58.41	0.58	173.95	0.56	VERIFICATO
L-75	PVC SN8 - De500	21.6	0.21	61.42	0.57	173.50	0.59	VERIFICATO
L-76	PVC SN8 - De500	1.5	0.33	61.65	0.57	219.46	0.60	VERIFICATO
L-78	PVC SN8 - De315	28.4	0.21	11.01	0.70	50.96	0.46	VERIFICATO

L-79	PVC SN8 - De315	45.0	0.20	24.26	0.66	49.58	0.53	VERIFICATO
L-80	PVC SN8 - De315	12.0	0.25	24.23	0.78	55.43	0.46	VERIFICATO
L-84	Collegamento_pozzetto_scarico_soglia-scatolare 70x40	1.0	0.00	209.09	1.17	82.46	0.64	VERIFICATO
L-85	PVC SN8 - De250	17.4	0.20	14.96	0.65	26.85	0.65	VERIFICATO
L-86	PVC SN8 - De250	4.7	0.21	14.95	0.71	27.61	0.63	VERIFICATO
L-87	PVC SN8 - De250	19.2	0.21	14.93	0.75	27.32	0.59	VERIFICATO
L-88	PVC SN8 - De250	28.3	0.21	14.90	0.73	27.56	0.58	VERIFICATO
L-89	PVC SN8 - De250	28.3	0.21	14.82	0.68	27.56	0.59	VERIFICATO
L-90	PVC SN8 - De250	21.5	0.19	14.71	0.81	25.82	0.59	VERIFICATO
L-91	PVC SN8 - De250	41.8	0.19	14.52	0.67	26.19	0.50	VERIFICATO
L-92	Troppo pieno scatolare	0.5	44.00	0.00	0.00	874.56	0.00	VERIFICATO
L-94	PVC SN8 - De315	1.8	0.56	0.00	0.00	82.64	0.19	VERIFICATO

Tabella 20: Verifica tubazioni estratta da SSA

Di seguito si riporta anche l'idrogramma in uscita dal ramo L-79 nello scenario di progetto (TR20 – TP10') per evidenziare il rispetto del principio di invarianza idraulica. La linea rossa orizzontale rappresenta il limite allo scarico – è perciò possibile vedere come la portata allo scarico è sempre minore del limite.

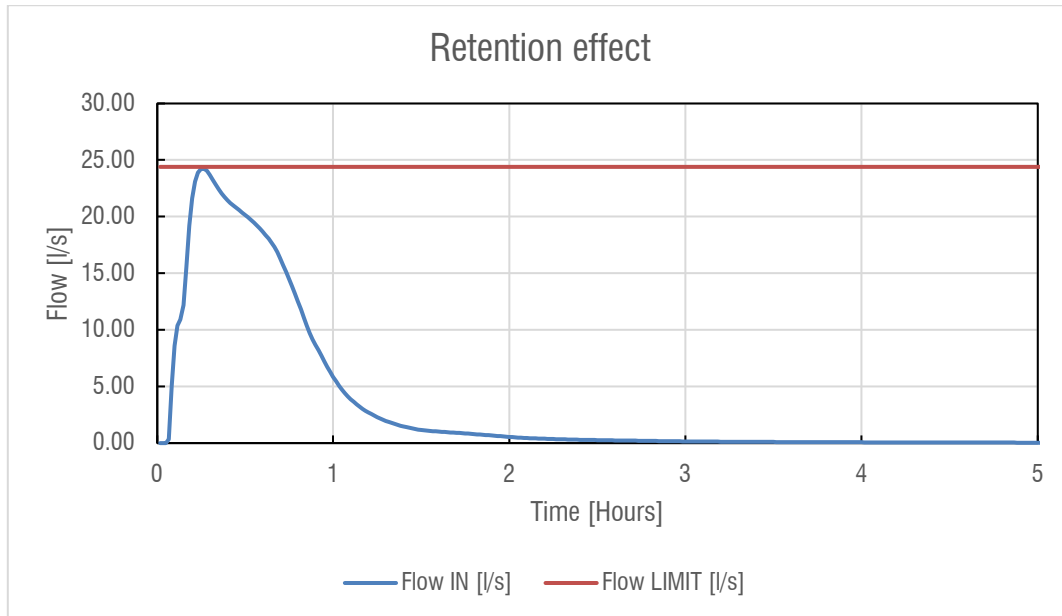


Figura 27 - Idrogramma in uscita L-79 con riportato il limite di 24.4 l/s

Si riportano inoltre gli idrogrammi in arrivo e in uscita dai pozzetti in cui alloggiano i sistemi di regolazione delle portate (J-29 per la vasca di laminazione e M-01 per lo scotolare) in modo da evidenziare l'effetto laminante:

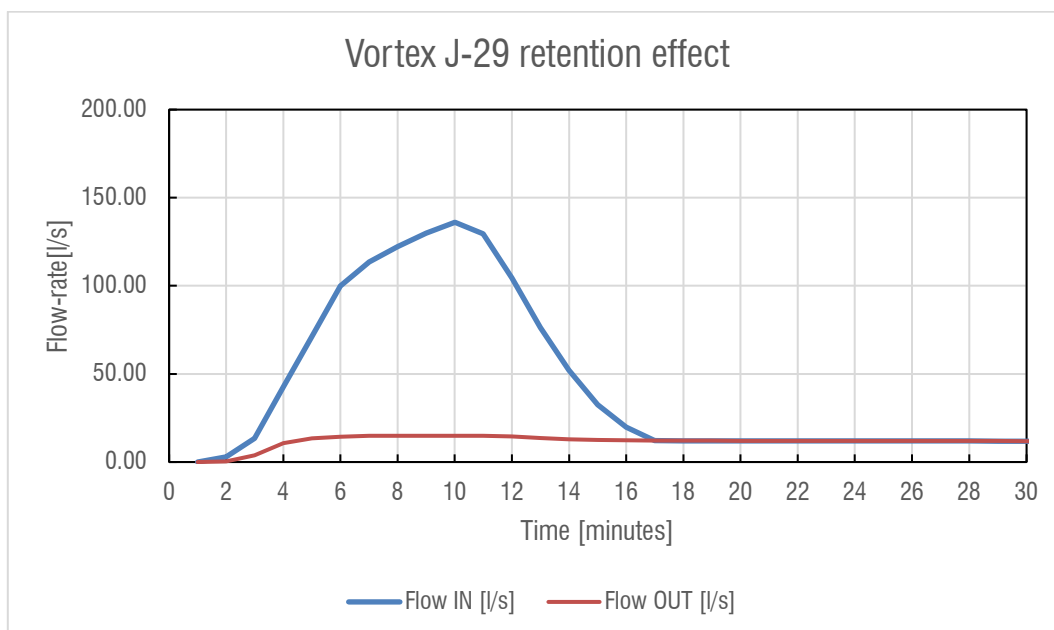


Figura 28 - Grafico riportante l'effetto di laminazione del Vortex al pozzetto J-29 a valle della vasca di laminazione

Si specifica che il grafico rappresenta la portata complessiva in arrivo al nodo J-29. Si ricorda che quota parte della portata drenata dalla copertura del fabbricato produttivo scarica nella vasca di laminazione mediante lo sfioro previsto dalla vasca di accumulo e pertanto non è rappresentata come portata in arrivo al nodo.

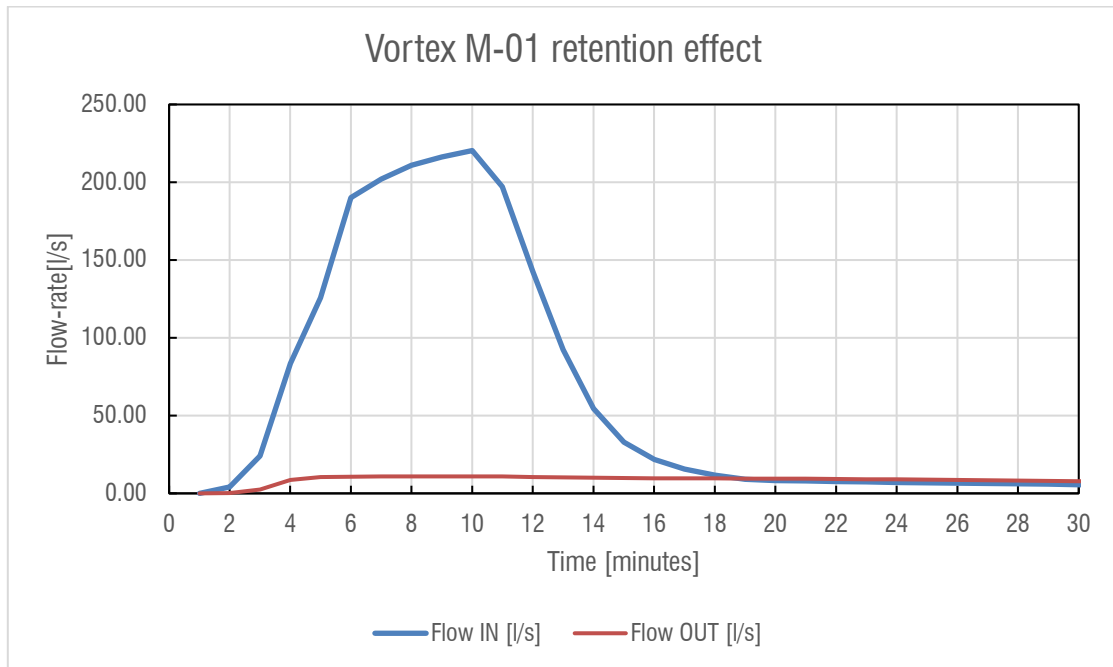


Figura 29 - Grafico riportante l'effetto di laminazione del Vortex al pozzetto M-01 a valle dello scatolare di laminazione

Di seguito si riportano i profili delle dorsali principali intorno all'edificio di progetto, estratti dal software SSA, nello scenario A che comporta il massimo grado di riempimento delle tubazioni:

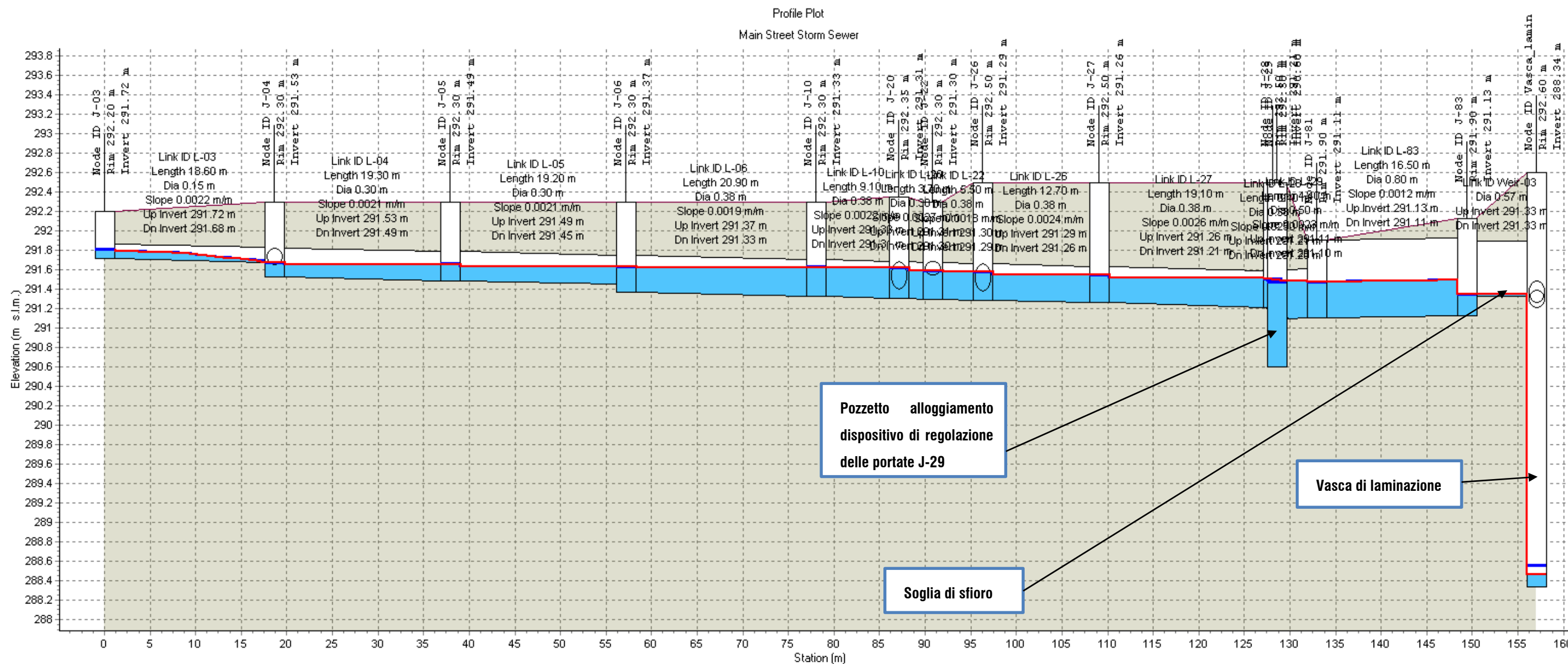


Figura 30 – Profilo dorsale nord-est da pozzetto J-03 fino alla vasca di laminazione

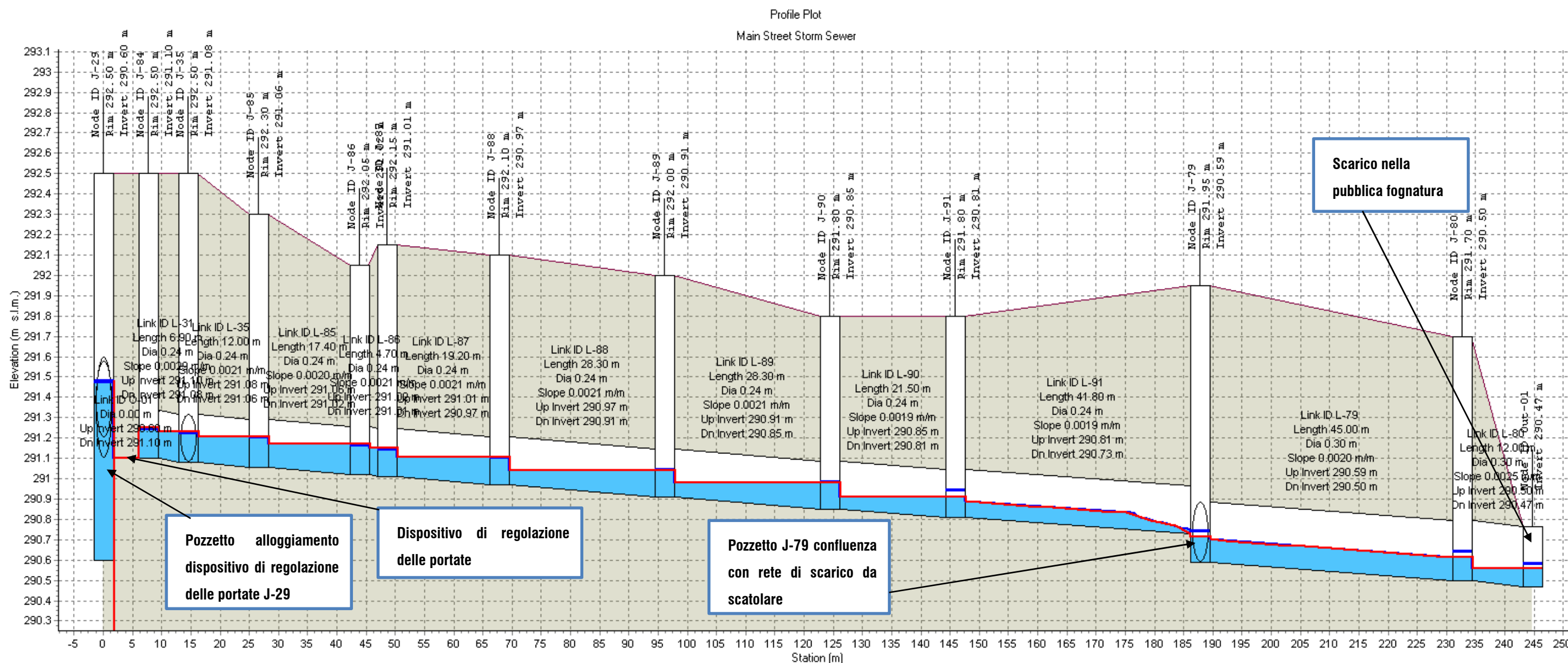


Figura 31 – Profilo tubazione di scarico vasca di laminazione da pozzetto di alloggiamento dispositivo di regolazione delle portate fino allo scarico nella rete pubblica

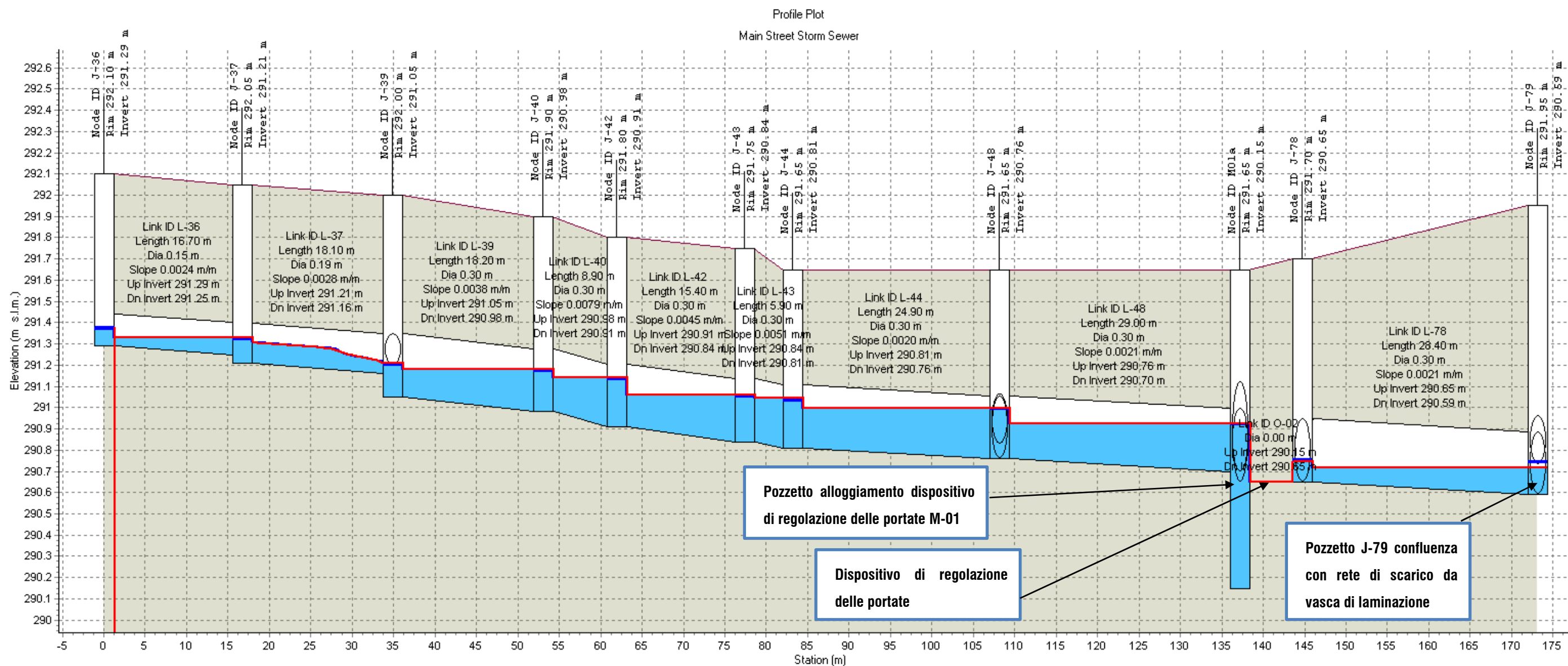


Figura 32 – Profilo dorsale sud – piazzale baie di carico J-35 fino a pozzetto J-79 confluenza scarico da vasca di laminazione

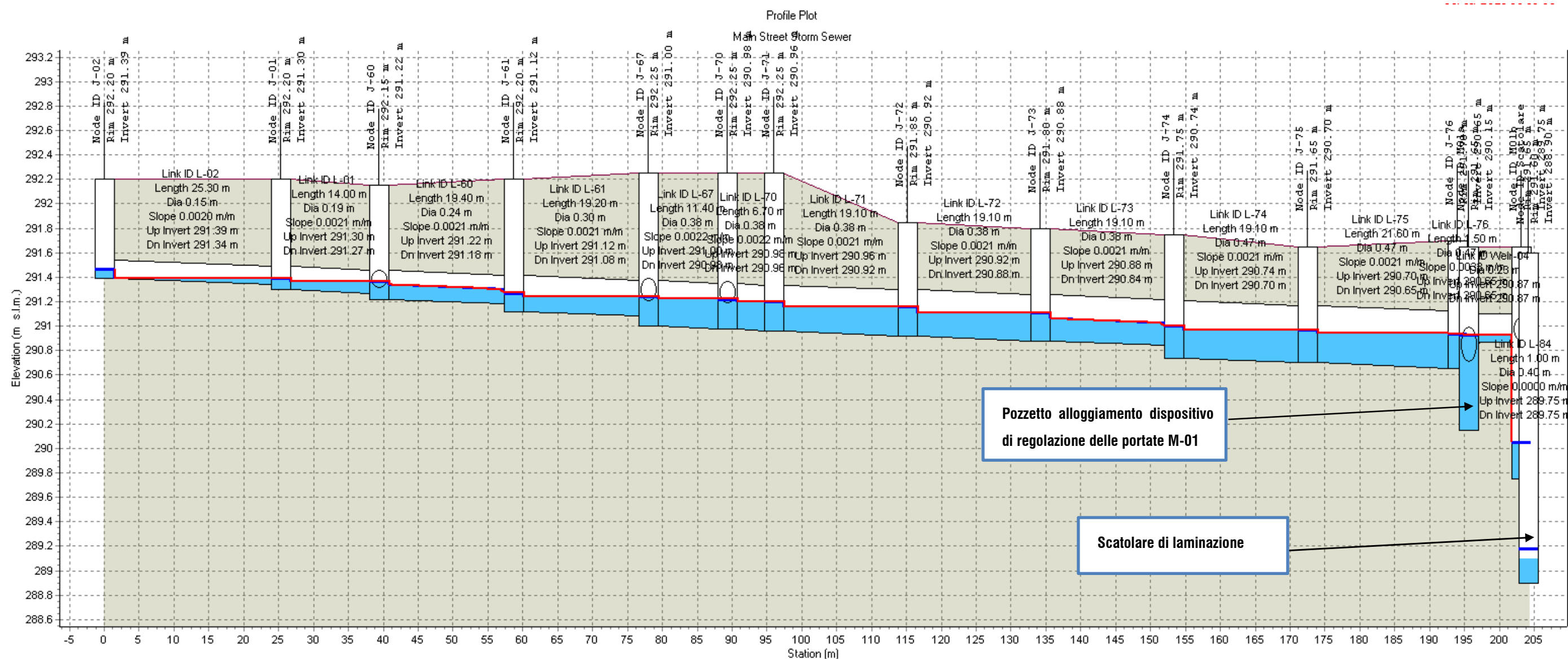


Figura 33 – Profilo dorsale ovest da pozzetto J-02 fino a scotolare di laminazione

9.1 Risultati modellazione per dimensionamento vasca di laminazione – scenario B e C

La modellazione per eventi pluviometrici con durate elevate (ovvero $T_p > 1h$) è stata implementata al fine di calcolare il minimo volume utile da assegnare ai manufatti di laminazione delle piene. Di seguito si riporta una tabella che riassume gli scenari critici per ogni sistema di laminazione implementato con i relativi massimi battenti.

VASCA DI LAMINAZIONE			
Scenario di pioggia	Depth [m s.l.m.]	Depth [m]	Volume [mc]
TR50 - Tp 21 ore	290.5	2.16	1795
TR50 - Tp 24 ore	290.52	2.18	1812
TR50 - Tp 27 ore	290.53	2.19	1820
TR50 - Tp 30 ore	290.52	2.18	1812
TR100 - Tp 30 ore	291.19	2.85	2344
TR100 - Tp 33 ore	291.2	2.86	2352
TR100 - Tp 36 ore	291.2	2.86	2352

Tabella 21: Tabella riepilogativa battenti vasca di laminazione

SCATOLARE DI LAMINAZIONE			
Scenario di pioggia	Depth [m s.l.m.]		Volume [mc]
TR50 - Tp 12 ore	290.71	1.81	830
TR50 - Tp 15 ore	290.74	1.84	845
TR50 - Tp 18 ore	290.74	1.84	845
TR50 - Tp 21 ore	290.73	1.83	840
TR100 - Tp 6 ore	290.84	1.94	893
TR100 - Tp 9 ore	290.92	2.02	926
TR100 - Tp 12 ore	290.91	2.01	924

Tabella 22: Tabella riepilogativa battenti scatolare di laminazione

Come riportato in tabella e nella tavola, il massimo battente atteso nella vasca per un evento con tempo di ritorno 50 anni risulta pari a 290.53 m s.l.m., mentre per tempo di ritorno 100 anni risulta 291.20 m s.l.m.

Mentre relativamente allo scatolare di laminazione il massimo battente atteso per un evento con tempo di ritorno 50 anni risulta pari a 290.74 m s.l.m., mentre per tempo di ritorno 100 anni risulta 290.92 m s.l.m.

9.1.1 Tempo di scarico e svuotamento manufatto di laminazione

Si prevede di scaricare la vasca di laminazione presente all'interno dell'intervento attraverso un opportuno impianto di sollevamento. Tale sistema è costituito da due pompe (di cui una di riserva) che scarica una portata in uscita pari a 14.4 l/s.

Data la portata degli impianti di sollevamento e i massimi volumi calcolati tramite modellazione, si riporta di seguito una tabella riassuntiva per quanto riguarda i tempi di svuotamento della vasca di laminazione:

Volume TR50 [mc]	Q svuotamento [l/s]	Tempo di svuotamento [ore]
1820	14.4	35.1
Volume TR100 [mc]	Q svuotamento [l/s]	Tempo di svuotamento [ore]
2350	14.4	45.4

Tabella 23 –Tempo di svuotamento vasca di laminazione

Si prevede di scaricare lo scatolare di laminazione presente all'interno dell'intervento attraverso un opportuno impianto di sollevamento. Tale sistema è costituito da due pompe (di cui una di riserva) che scarica una portata in uscita pari a 10 l/s.

Data la portata degli impianti di sollevamento e i massimi volumi calcolati tramite modellazione, si riporta di seguito una tabella riassuntiva per quanto riguarda i tempi di svuotamento dello scatolare di laminazione:

Volume TR50 [mc]	Q svuotamento [l/s]	Tempo di svuotamento [ore]
845	10.0	23.5
Volume TR100 [mc]	Q svuotamento [l/s]	Tempo di svuotamento [ore]
926	10.0	25.7

Tabella 24 –Tempo di svuotamento vasca di laminazione

Come si può notare il tempo di svuotamento risulta essere sempre inferiore a 48 ore.

Lo svuotamento della vasca e dello scatolare di laminazione inizierà a evento pluviometrico concluso. Questo è possibile grazie ad un sensore di portata posto in corrispondenza di una caditoia al fine di garantire l'avviamento delle pompe dopo la fine dell'evento pluviometrico e generare una portata in uscita compatibile con il principio di invarianza idraulica.

10 RETE FOGNARIA ACQUE REFLUE

10.1 Configurazione della rete di collettamento delle acque reflue

Nel presente capitolo viene descritto lo schema della nuova rete fognaria di tipo separato prevista per il progetto del nuovo stabilimento produttivo.

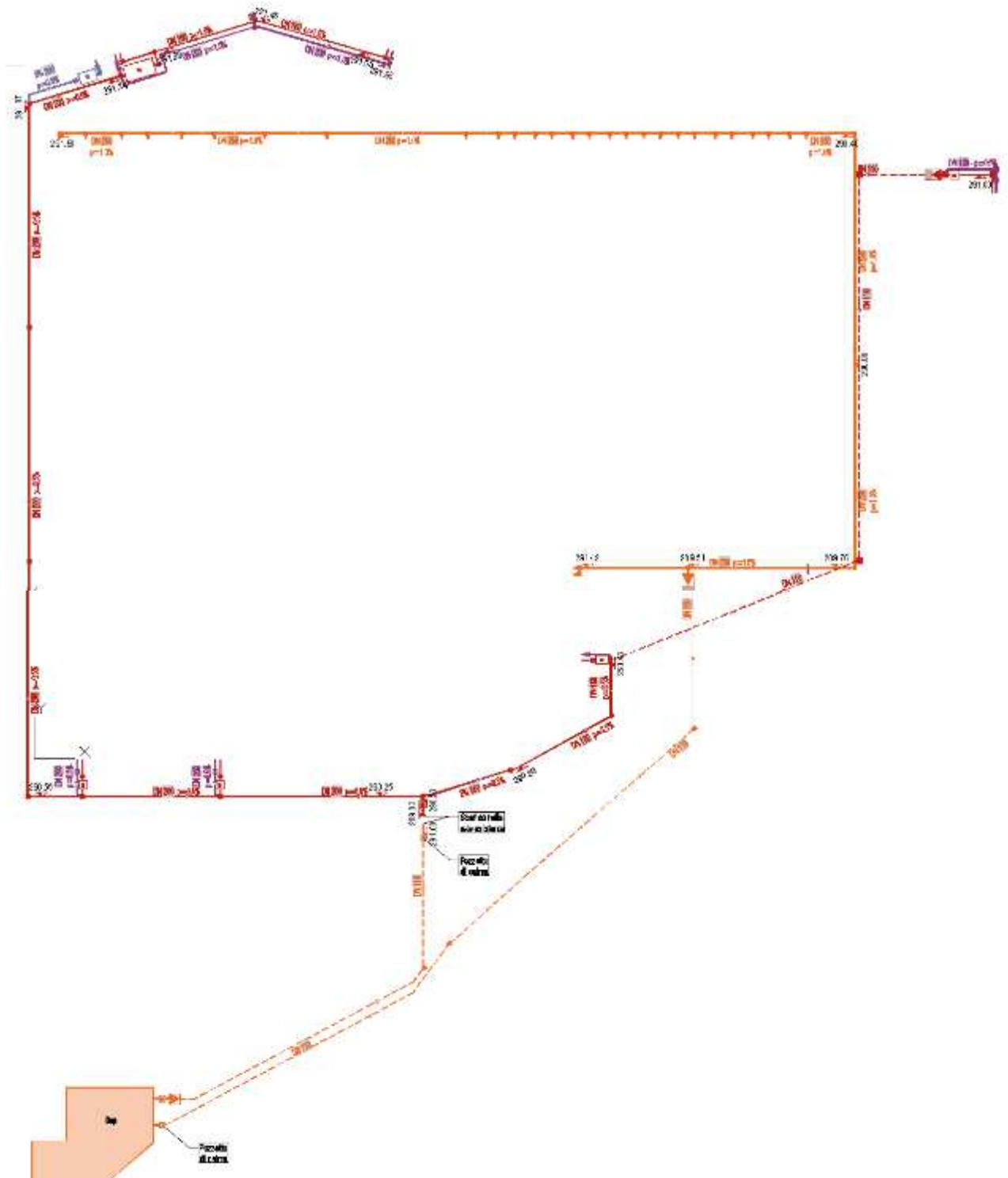
Il progetto prevede la separazione tra acque nere, grigie provenienti dai servizi igienici, grigie provenienti dalle cucine della mensa e acque industriali di processo, quest'ultime raccolte mediante canaline grigliate interno all'edificio.

Tutti gli scarichi dopo opportuni trattamenti vengono convogliati nel pozzetto esistente della rete fognaria DN400 a gravità (ID pozzetto: n°1539) individuato in sede di sopralluogo con i tecnici S.EC.AM.

Le acque, industriali, prima del recapito in fognatura vengono opportunamente trattate mediante un impianto di depurazione previsto nell'area verde a sud-ovest del lotto (immagine seguente). I trattamenti depurativi dell'impianto di depurazione delle acque derivanti dal processo produttivo consentiranno il rispetto dei limiti tabellari per lo scarico in pubblica fognatura così come definiti nel D.Lgs. 152/2006.

Le acque vengono convogliate in tubi in PVC conformi UNI EN 1401-1, con pendenza a monte dei rispettivi trattamenti pari a circa a l'1% al fine di garantire l'autopulizia delle condotte e minimizzare così i possibili interventi manutentivi dovuti ad eventuali incrostazioni.

Nella seguente immagine si riporta uno schema delle reti acque reflue estratto della planimetria allegata (Elab. 00PC_OU_B002_4929) alla quale si rimanda per maggior dettaglio.



10.2 Dimensionamento Vasche Imhoff e degrassatore

Tutti i fabbricati nel complesso sono dotati di servizi igienici al piano terra, oltre a dei servizi igienici al primo piano nello spigolo sud est dell'edificio produttivo.

Relativamente alle acque nere sono previsti dei trattamenti primari mediante vasca Imhoff prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso conforme alle norme UNI EN 12566-1 e UNI EN 12566-3, dimensionate, considerando una dotazione di 200 l/ab giorno, sulla base del numero di addetti/utenti da cui è stato ricavato il numero di abitati equivalente di ogni servizio igienico.

IM01:

- Volume utile: 21260 litri
- Abitanti Equivalenti: 97
- Dimensioni LxBxH: 246 X 470 X 200 cm

IM02:

- Volume utile: 2250 litri
- Abitanti Equivalenti: 10
- Dimensioni LxBxH: 125 X 180 X 150 cm

IM03:

- Volume utile: 1100 litri
- Abitanti Equivalenti: 5
- Dimensioni LxBxH: 125 X 130 X 130 cm

Le acque di scarico delle cucine saranno oggetto di trattamento mediante degrassatore dimensionato considerando 25 lt./pasto e un numero di pasti giornaliero pari a 250. Di conseguenza si ottiene una dimensione nominale NP pari a 15 a cui corrisponde un volume utile di 6200 lt.

Si rimanda all'elab. 00PC_OU_N004_4929 per i dettagli di tali vasche.

11 MATERIALI

11.1 TUBAZIONI IN PVC

Le tubazioni impiegate sono realizzate in PVC rigido a parete compatta per condotte interrate e reflui a pelo libero, conformi alla norma UNI EN 1401-1 con classe di rigidità anulare SN8 kN/mq SDR 34 e campo di applicazione UD. I prodotti devono essere accompagnati da marchio di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici e da idonea documentazione di certificazione di qualità.

Le dimensioni e le proprietà fisico meccaniche devono essere conformi alla normativa UNI EN 1401-1 "Sistema di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione in policloruro di vinile non plastificato".

Il sistema di giunzione tra le tubazioni deve essere a bicchiere con guarnizione preinserita e dovrà risultare solidale con la sede del bicchiere a conformazione calibrata. La guarnizione a tenuta dovrà essere realizzata con materiale elastomerico conforme alla norma UNI EN 681/1.

11.2 POZZETTI DI ISPEZIONE

I pozzetti di ispezione dovranno essere prefabbricati ad elementi in calcestruzzo vibrato armato (R_{ck} minimo = 30 N/mm²) per tubazioni in PVC aventi dimensioni interne come da progetto e comunque atti a garantire le sollecitazioni dei carichi stradali di 1° Categoria. I pozzetti devono essere caratterizzati da una altissima resistenza ai solfati (UNI 8981/9156) e devono essere atti al sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, ovvero:

- Elemento base di fondo costruito in getto monolitico;
- Elementi di prolunga con medesime caratteristiche di resistenza e giunzioni prefabbricate ad incastro poste in opera a tenuta idraulica;
- Piastra di chiusura in calcestruzzo completa di apertura tangenziale ad una parete posta in opera il più alta possibile ed atta a sostenere i carichi stradali di prima categoria;
- Chiusino in ghisa sferoidale a norma ISO 1083 e conforme UNI EN 124 Classe D400

12 PIANO DI MANUTENZIONE

Come descritto in precedenza e riportato nella planimetria della rete allegata (alla quale si rimanda per maggior dettaglio tecnico), oltre alla rete di raccolta e collettamento delle acque pluviali a servizio dell'edificio, sono presenti i seguenti manufatti che compongono il sistema di drenaggio (descritti nel dettaglio nei paragrafi relativi):

- vasca di laminazione
- scatolare di laminazione
- soglie di sfioro
- impianto di sollevamento per lo svuotamento della vasca di laminazione ($Q = 14.40$ l/s)
- impianto di sollevamento per lo svuotamento dello scatolare di laminazione ($Q = 10.00$ l/s)
- valvole antiriflusso di tipo clapet
- valvole di regolazione delle portate – Vortex
- pozzetti di alloggio valvole di regolazione delle portate con fondo ribassato per sedimentatori
- canalette di drenaggio

12.1.1 Manutenzione ordinaria

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito su tutte le opere che costituiscono il sistema di drenaggio ed in particolare sulle opere preposte a garantire l'invarianza idraulica, al fine di evitare disfunzioni dello scarico dell'invaso di laminazione, con conseguente prolungamento dei tempi di svuotamento e quindi con la possibilità di stato di pre-riempimento dell'invaso in un evento successivo tale da non rendere disponibile il volume minimo calcolato.

La manutenzione ordinaria è tesa quindi al mantenimento o il ripristino periodico dell'efficienza nel tempo di:

- punti di ricezione delle acque meteoriche, quali pluviali, grondaie, caditoie
- tubazioni di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale
- pozzetti con fondo ribassato per sedimentatore
- manufatti di laminazione
- manufatti di regolazione dello scarico: scolmatori, valvole regolatrici e impianto di sollevamento

È raccomandato un attento controllo visivo con cadenza annuale dei punti di ricezione e della rete di drenaggio al fine di verificare l'eventuale necessità di un intervento di manutenzione specifico. Particolare attenzione andrà posta nell'ispezione delle tubazioni di diametro minore per le quali il rischio di parziale occlusione è maggiore.

Per quanto riguarda la manutenzione ordinaria della vasca e dello scatolare, al fine di mantenere invariate le condizioni di funzionamento negli anni, occorre provvedere con cadenza annuale ad un intervento di rimozione di foglie e detriti e di pulizia del materiale depositato all'interno della vasca e in particolare in prossimità dei manufatti di scarico.

Relativamente ai manufatti di regolazione dello scarico, Vortex e impianto di sollevamento, oltre che dei manufatti di troppo pieno e delle valvole antiriflusso previste, è necessaria un'ispezione e controllo dell'efficienza e manutenzione con cadenza semestrale, al fine di verificare e garantire il loro funzionamento come da progetto.

12.1.2 Manutenzione straordinaria

Rientrano tra gli interventi di manutenzione straordinaria quelli necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici o di altra natura (per esempio terremoti, sversamenti abusivi, incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente l'intero sistema di opere di invarianza idraulica e di recapito nei ricettori.

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio delle acque meteoriche possono essere:

- pulizia e smaltimento rifiuti
- rimozione e smaltimento detriti
- risoluzione di problemi di intasamento
- ispezione e controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, scolmatori, regolatori, valvole, ecc.)

Relativamente alla manutenzione straordinaria, si prevede che in seguito ad eventi pluviometrici straordinari, che comportino battenti significativi all'interno della vasca e dello scatolare, venga eseguito un attento controllo visivo della area di laminazione, dei manufatti di troppo pieno, delle valvole Vortex e dell'impianto di sollevamento, al fine di verificare l'eventuale necessità di un intervento di manutenzione specifico.

ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO⁽¹⁾

(1) L'allegato è stato sostituito dall'art. 1, comma 1, lett. z), del r.r. 19 aprile 2019, n. 8.

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Io/Il sottoscritto/o STEFANO RIPAERI
 nato/o a LOCCA il 14/08/1985
 residente a CAVEZZO (MO)
 in via LUNARDINA n. 8A
 iscritta/ all' Ordine Collegio dei INGEGNERI della Provincia di MODENA
 Regione EMILIA ROMAGNA n. 3206
 incaricata/o dal/i signor/i ANTONIO TIRELLI in qualità di
 proprietario, utilizzatore legale rappresentante del S.C. ENOVATION S.p.A.
 di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di REALIZZAZIONE NUOVO STABILIMENTO
 PRODUTTIVO RIGAMONTI
 sito in Provincia di SONDRIO Comune di MONTAGNA IN VALTELLINA
 in via/piazza VIA DELL'INDUSTRIA - VIA DEL COMMERCIO
 Foglio n. 36 Mappale n. 117-119-122-123-159-168-174+179-181-183-186-187-31-32-33-34-31
 36-37-38-39-401-402-403-405-409-411-413-415-437-51-56-57-6
 FOGGIO N. 37 MAPPALIE N. 290-352-353-354-355-47-470-474-476
 In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici -29-21
 -29-3

Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

- che il comune di, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
 - A: ad alta criticità idraulica
 - B: a media criticità idraulica
 - C: a bassa criticità idraulica

oppure

- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) AMBITO DI TRASFORMAZIONE, PIANO ATTUATIVO, pari a:
 - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s, che equivale ad una portata infiltrata pari a l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
 - Classe «0»
 - Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
 - Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
 - Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
 - all'articolo 12, comma 1 del regolamento
 - all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il Progetto di invarianza idraulica e idrologica con i contenuti di cui:
 - all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
 - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

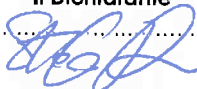
- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di €

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

MODENA 11/06/2021

(luogo e data)

Il Dichiarante

.....


Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.

— • —