

Comune di CARPI
Provincia di MODENA
Regione EMILIA ROMAGNA

**IMPIANTO PER RECUPERO RIFIUTI
PERICOLOSI E NON PERICOLOSI
in Via Remesina Esterna n.27/A - CARPI (MO)**

COMMITTENTE:



TRED CARPI

Via Remesina Esterna, 27/A - 41012 - Carpi (MO)
web: <https://www.tredcarpi.it> - e-mail: info@tredcarpi.it

Il Responsabile

CONSULENTE:



Dott.Ing. ELENA ARLATI

via Montale, 11/15 - 24126 Bergamo
Tel. 035.312200 - Fax 035.5095751
www.ydros.it - E-mail ydros@ydros.it

**Istanza per il rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR)
ai sensi dell'art. 15 della LR 4/2018 e dell'art. 27-bis del D.Lgs. 152/2006
relativo al progetto di revamping dell'installazione esistente
di Tred Carpi spa e di nuova sezione di recupero vetro**

RETE FOGNARIA

Data	Giugno 2023
Scala	
Disegnatore:	/
REVISIONE	DATA
01	15/05/2024
00	Emissione
Planimetria rete fognaria_TRED_20240524.dwg	

Relazione tecnica

ALLEGATO

RF.3

TRED Carpi S.p.A.

*PROGETTO DI REVAMPING
DELL'INSTALLAZIONE ESISTENTE DI TRED CARPI S.P.A.
E DI NUOVA SEZIONE DI RECUPERO VETRO
IN LOC. FOSSOLI DI CARPI (MO)*

RETE FOGNARIA DI PROGETTO

RELAZIONE TECNICA
- GIUGNO 2023 -
- REVISIONE MAGGIO 2024 -



**YDROS INGEGNERIA
STUDIO ASSOCIATO**
VIA BENZONI, 12 - 24126 BERGAMO
CODICE COMMESSA 428.1106.6

INDICE

1	Premessa	3
2	Inquadramento Territoriale	4
2.1	Localizzazione	4
2.2	Inquadramento Catastale	5
2.3	Morfologia	6
2.4	Geologia e Idrogeologia	7
2.5	Idrografia	9
3	Stato di Fatto	12
3.1	Rete Fognaria Esistente	12
3.2	Vasche di Prima Pioggia	12
4	Intervento di Progetto	14
4.1	Configurazione Futura Impianto	14
4.2	Addetti Impianto	14
4.3	Bacino Contribuente	15
5	Progetto Rete Fognaria Acque Reflue	16
5.1	Riferimenti Normativi	16
5.2	Portata nera affluente	16
5.3	Dimensionamento Fossa Biologica Imhoff	18
5.4	Dimensionamento Filtro percolatore	20
6	Progetto Rete Fognaria Acque Meteoriche	22
6.1	Riferimenti Normativi Scarichi	22
6.2	Schema Raccolta Acque Meteoriche	22
6.3	Tipologia Opere di Invaso	23
6.4	Presidi costruttivi per posa in falda	27
7	Dimensionamento Opere di Invaso	29
7.1	Evento Meteorico	29
7.2	Bacini drenati con recapito in Corso d'Acqua	29
7.3	Portata di Piena	31
7.4	Capacità di Deflusso	32

7.5	<i>Volume di Invaso</i>	34
7.6	<i>Volume di Dispersione</i>	36
7.7	<i>Verifica manufatti</i>	37
7.8	<i>Bocche Tarate di Scarico</i>	39
7.9	<i>Sistemi di protezione in caso incendio</i>	39
8	<i>Officiosità Idraulica del Rio Remesina</i>	41
8.1	<i>Portata di deflusso</i>	41
8.2	<i>Consistenza Rio Remesina</i>	41
8.3	<i>Capacità idraulica Rio Remesina</i>	41
8.4	<i>Consistenza Collegamento Fossetta Gruppo</i>	42
8.5	<i>Capacità Idraulica collegamento Fossetta Gruppo</i>	43
9	<i>Conclusioni</i>	45

1 PREMESSA

Gli scriventi sono stati incaricati dalla società TRED Carpi S.p.A. della progettazione definitiva della nuova rete fognaria al servizio dell'impianto per il trattamento e recupero RAEE, posto in via Remesina Esterna in località Fossoli di Carpi (MO), interessato da un progetto di ampliamento e riconfigurazione.

A giugno 2023 è stata emessa la prima stesura del progetto della rete fognaria, allegato all'istanza di Provvedimento Autorizzativo Unico di VIA del progetto di *"Revamping dell'installazione esistente e nuova sezione di recupero vetro"*, pubblicata in data 27/09/2023 su proposta TRED CARPI s.r.l..

In base agli esiti della Conferenza di Servizi tenutasi in data 18/10/2023 ed in base delle richieste pervenute dai diversi enti e soggetti territorialmente competenti, il Servizio Autorizzazioni e Concessioni di Modena – Regione Emilia Romagna ARPAE Modena- ha richiesto delle integrazioni, tra cui alcune riguardanti il progetto della rete fognaria.

Si è quindi proceduto all'aggiornamento del progetto della rete fognaria e all'integrazione dello stesso con elaborati specifici, relativi all'analisi della pericolosità idraulica dell'area di intervento, come da presente relazione ed allegati tecnici e grafici.

In particolare, la presente revisione REV 01 del maggio 2024 del progetto della rete fognaria, mira a rispondere ai seguenti punti della richiesta di integrazione ARPAE (Pratica n. 23857/2023):

- **ARPAE Modena - SAC: punti 4.a e 4.b dell'elenco;**
- **ARPAE Modena - APA: punto 16 dell'elenco;**
- **Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale: da punto 23 a punto 30 dell'elenco;**
- **Comune di Carpi: punti 47 e 48 dell'elenco.**

Nello specifico, la presente relazione e gli elaborati grafici allegati, costituiscono elaborati specifici della rete fognaria dell'impianto allegati all'Istanza per il rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (**PAUR**), presentata ai sensi dell'art. 15 della LR 4/2018 e art. 27 del D.Lgs. 152/2006, relativo al *"Progetto di revamping dell'installazione esistente di Tred Carpi S.p.A. e di nuova sezione di recupero vetro"*, a cui si rimanda per approfondimenti.

Si fa presente che nella configurazione finale dell'impianto RAEE indagato si insedierà come gestore subappaltante della sezione di recupero chimico del vetro (edificio 4), un partner industriale che possiede il brevetto per tale trattamento.

L'impianto esistente verrà ampliato a sud, interessando una proprietà contermina, prevedendo al contempo la riconfigurazione della frazione esistente lungo il lato ovest. Per una descrizione di dettaglio dell'intervento di ampliamento e riconfigurazione dell'impianto si rimanda ai contenuti del progetto architettonico, redatto dallo studio Centro Cooperativo di Progettazione di Reggio Emilia.

L'intervento in progetto prevedendo anche l'estensione della rete fognaria esistente, ha comportato la ricostruzione e verifica della stessa, individuando al contempo le criticità e/o anomalie e i conseguenti relativi interventi di adeguamento.

Il progetto definitivo della rete fognaria dell'impianto nella configurazione di progetto risulta costituito di seguenti elaborati:

- RF.1 – planimetria generale rete fognaria – REV01
- RF.2.1. – planimetria di dettaglio rete fognaria – NORD – REV01
- RF.2.2 – planimetria di dettaglio rete fognaria – SUD – REV01
- RF.3 – relazione tecnica – REV01
- RF.4 – modulistica – REV01
- RF.5 – planimetria generale rete fognaria - stato di fatto
- RF.6 – pericolosità idraulica – dinamica di allagamento e misure di mitigazione
- RF.7 – pericolosità idraulica – relazione tecnica

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 LOCALIZZAZIONE

L'insediamento si trova in Comune di Carpi (MO), in loc. Fossoli, a nord dell'abitato principale; confina a est con via Remesina Esterna e con il relativo fossato di scolo (denominato rio Remesina), a sud con un'altra proprietà, occupata da due edifici rurali (che saranno interessati dell'ampliamento dell'impianto), ad ovest e a nord con dei terreni agricoli (Figura 1).

L'impianto esistente attualmente occupa anche una frazione nord, in affitto di proprietà Aimag S.p.A., che non rientrerà nella configurazione finale di progetto dell'impianto.

Risulta quindi in area extraurbana non servite da pubblica fognatura.

Si evidenzia, inoltre, che l'insediamento si sviluppa, in fregio ad un fossato a cielo aperto in terra, denominato rio Remesina, che confluisce nel reticolo di bonifica, posto sul lato opposto est della sede stradale, denominato fossetta Gruppo, di competenza del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.



Figura 1 – Vista dell'area interessata dall'impianto indagato (cerchio verde esistente – cerchio rosso ampliamento).

2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

Nella Figura 2 si riporta un estratto della Tavola 2C di inquadramento catastale dell'impianto esistente e di progetto, a seguito ampliamento.

Come anticipato, l'impianto attualmente occupa anche una parte di proprietà AIMAG SPA che a seguito dell'intervento di revamping di progetto non risulterà più occupato dall'impianto.

L'impianto TRED CARPI attualmente occupa le particelle 38/50/64 del foglio 16; l'ampliamento interessa i mappali 25/56/57/58/59/60/67/68/70 del foglio 16.

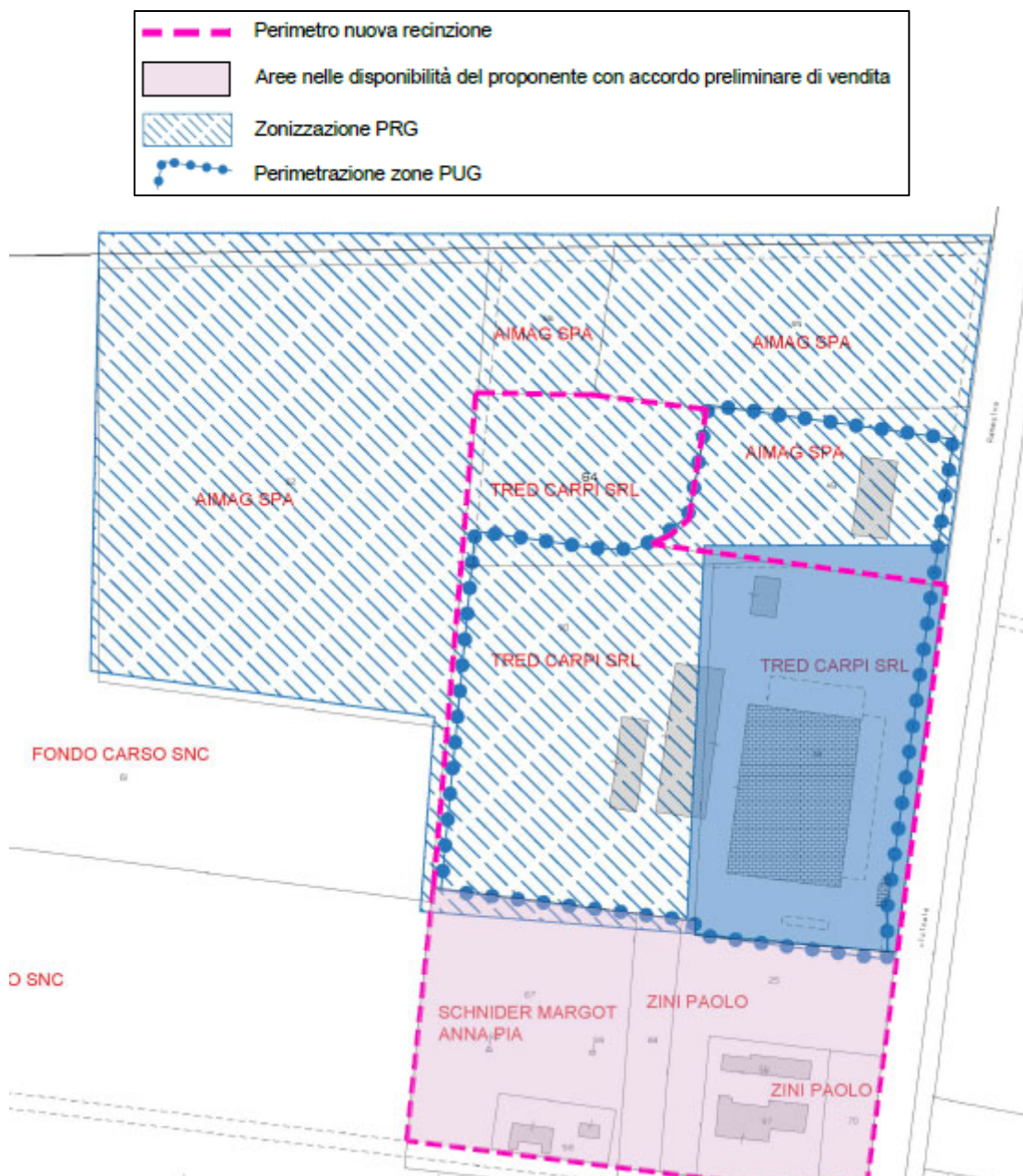


Figura 2 – Estratto Tavola 2C – inquadramento catastale.

2.3 MORFOLOGIA

L'area di intervento è stata oggetto di un rilievo strumentale da parte dello studio Atlante servizi di topografia di Reggio Emilia, restituito in sistema di riferimento planimetrico UTM ED50 F32 (EPSG n.23032) e sistema di riferimento altimetrico assoluto in m s.l.m. (Figura 3).



Figura 3 – Estratto rilievo strumentale dell'area indagata (Atlante servizi di topografia).

Dal punto di vista morfologico, l'area dell'insediamento TRED Carpi esistente risulta sostanzialmente sub pianeggiante, con un dislivello trascurabile tra il limite nord e il limite sud dell'insediamento, da quota 20.40 m s.l.m. a quota 20.25 m s.l.m..

Mentre la sede stradale di via Resmina Esterna si trova in posizione lievemente sopraelevata a quota 20.55 m s.l.m. e svolge funzione di spartiacque tra il lato est (occupato da un importante area naturalistica lacuale) ed il lato ovest del territorio (occupata dall'insediamento in esame).

L'area posta a sud dell'insediamento esistente, interessata da ampliamento si sviluppa su due livelli principali: la frazione est presenta un accesso carrale a quota 20.30 m s.l.m. su via Remesina Esterna e si attesta mediamente intorno a quota 20.20 m s.l.m. in corrispondenza degli edifici rurali esistenti e 19.95 m s.l.m. in corrispondenza dell'area a piazzale e a verde contermini; mentre la frazione ovest presenta una depressione che nel punto più basso raggiunge quota 19.55 m s.l.m. e nel punto più alto quota 19.95 m s.l.m..

Si evidenzia che, ai fini delle considerazioni sviluppate negli elaborati di disamina della pericolosità idraulica dell'area di intervento (§ RF.6 e RF.7), la quota media del piazzale dell'insediamento TRED Carpi S.p.A. risulta pari a **20.24 m s.l.m.** Tale quota rappresenta la quota del piazzale di progetto dell'ampliamento previsto a sud.

2.4 GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Appare opportuno caratterizzare, se pur in maniera speditiva, dal punto di vista geologico/idrogeologico/idrografico l'area dell'insediamento, per evidenziare anche le condizioni operative che condizionano la fattibilità degli interventi di estensione ed adeguamento della rete fognaria.

Le informazioni sotto riportate derivano dalla Relazione Geologica e Geotecnica redatta a dicembre 2020 dallo studio geologico ambientale Arkigeo di Gasparini dott. geol. Giorgio di Bastiglia (MO), resa disponibile dalla Committenza.

Tali informazioni sono state integrate con i risultati dell'indagine geognostica ed ambientale svolta dalla società Pergeo s.r.l. a giugno 2018, nell'ambito della quale sono stati realizzati dei sondaggi a carotaggio continuo, alcuni dei quali attrezzati con piezometro.

Infine, si dispone anche della Relazione Geologica e Geotecnica redatta a giugno 2023 sempre dallo studio Arkigeo studio geologico ambientale Arkigeo di Gasparini dott. geol. Giorgio di Bastiglia (MO), resa disponibile dalla Committenza e finalizzata all'indagine sismica per la costruzione di un nuovo capannone produttivo.

Dal punto di vista morfologico, l'area risulta sostanzialmente sub pianeggiante, con un dislivello sostanzialmente trascurabile tra il limite nord e il limite sud dell'insediamento, da quota 20.40 m s.l.m. a quota 20.25 m s.l.m.; mentre la sede stradale di via Resmina Esterna si trova in posizione lievemente sopraelevata a quota 20.55 m s.l.m..

I terreni nell'area indagata presentano una permeabilità bassa o nulla, essendo costituiti da alluvioni prevalentemente fini, caratterizzate da alternanze di sedimenti limo-argillosi con intercalazioni più grossolane limo-sabbiose, fino ad una profondità di circa 30 m dal p.c., dove si rileva la presenza di uno strato più grossolano costituito da sabbie e sabbie limose. Nello specifico, i sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nell'area hanno restituito la seguente stratigrafia media (Figura 4).

Per quanto riguarda la permeabilità del terreno in sito, stante le risultanze delle indagini eseguite, si assume un valore medio di **5×10^{-6} m/s** (Figura 5).

Strato	Profondità da (m da p.c.) a (m da p.c.)	Litologia prevalente
-	0,0 – (0,5 ÷ 1,5)	Riporti di ghiaia e sabbia e limo
1	(0,5 ÷ 1,5) – (1,3 ÷ 2,1)	Sabbia limosa e limo sabbioso
2	(1,3 ÷ 2,1) – (3,2 ÷ 4,0)	Argilla e argilla limosa
3	(3,2 ÷ 4,0) – (4,0 ÷ 4,4)	Sabbia limosa
4	(4,0 ÷ 4,4) – 14,0	Argilla

Figura 4 – Modello geologico locale – estratto relazione indagine geognostica Pergeo s.r.l..

Tab. 17 - Valori del coefficiente di permeabilità. Influenza della granulometria: diametri dei grani e diametri rispettivi.

$K_{(m/s)}$	$10^1 \quad 1 \quad 10^{-1} \quad 10^{-2} \quad 10^{-3} \quad 10^{-4} \quad 10^{-5} \quad 10^{-6} \quad 10^{-7} \quad 10^{-8} \quad 10^{-9} \quad 10^{-10}$												
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla			
	varia	Ghiaia grossa e media		Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla		Limi					
GRADI DI PERMEABILITÀ		ELEVATA					BASSA					NULLA	
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI					SEMI-PERMEABILI					IMPER.	

limiti convenzionali

limiti convenzionali

Figura 5 – Valori di coefficiente di permeabilità in funzione della granulometria.

Il livello del primo corpo acquifero si attesta mediamente sui 2 m di profondità dal p.c. con oscillazioni che possono arrivare a 1 m di profondità dal p.c..

Nello specifico, nel corso dell'indagine geognostica del 2018 sono stati attrezzati due piezometri (denominati PZ1 e PZ2, realizzati lungo il limite nord dell'impianto) che, comprensivo di quello esistente di proprietà Aimag S.p.A. (denominato PZ5 operativo lungo il limite sud dell'impianto), hanno restituito le seguenti profondità della falda (Figura 6), corrispondenti ad una quota assoluta media di circa 18.70/18.75 m s.l.m.

Tale livello corrisponde rispetto alla quota media del piazzale dell'insediamento ad una profondità di circa 1.50/1.55 m.

Si tratta di un massimo valore di escursione, in quanto i canali a cielo aperto operanti nell'area (Rio Remesina e Fossetta Gruppo) presentano una profondità massima, rispetto al piazzale dell'insediamento, rispettivamente: intorno ai 2.10 m il Fossetta Gruppo e 1.80 m il Rio Remesina. Ne deriva che in caso di soggiacenza della falda intorno ai 1.50/1.55 m, la stessa verrebbe drenata dai canali in terra in fregio all'insediamento; mentre ordinariamente, tali corsi d'acqua risultano asciutti o con un minimo battente sul fondo.

Per cui risulta plausibile attendersi un livello statico della falda intorno a 2.00 m dal p.c. che può raggiungere anche profondità massime intorno a 1.50 m dal p.c..

NOME PIEZOMETRO	significato idrogeologico	soggiacenza 19/02/2018 (m da b.p.)
PZ 1	valle	-1,32
PZ 2	valle	-1,52
PZ 5-Amag	monte	-1,38

Figura 6 – Soggiacenze misurate nei piezometri del sito – estratto relazione indagine geognostica Pergeo s.r.l..

2.5 IDROGRAFIA

L'idrografia dell'area indagata risulta costituita da una fitta ed articolare rete di canali e fossati a cielo aperto in terra, tra cui il fossato, denominato rio Remesina, che percorre il lato ovest di via Remesina Esterna e in cui recapitano le acque reflue e meteoriche dell'impianto indagato (Fotografia 1).

Il rio Remesina presenta una sezione a cielo aperto in terra trapezoidale, con una luce alla base di 0.60/0.80 m e in sommità di 2.50/3.00 m, profondità variabile da un minimo di 1.00 m ad un massimo di 1.80 m.

Il fondo e le sponde risultano inerbite e confina ad ovest con la recinzione dell'impianto indagato ed ad ovest con la sede stradale di via Remesina Esterna.

Il fossato rio Remesina a sua volta recapita in un canale a cielo aperto di competenza del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale denominato **Fossetta Gruppo** (Figura 7 e Fotografia 4), posto lungo il lato est di via Remesina Esterna, mediante un manufatto di attraversamento della sede stradale (Fotografia 2 e Fotografia 3).

Il Rio Remesina presenta una pendenza di scorrimento quasi nulla, ma il fossetta Gruppo attestandosi a profondità superiori (superiori a 2.00 m di profondità), svolge di fatto funzione di dreno del canale ed in generale del territorio attraversato.

Il Fossetta Gruppo presenta una sezione in terra trapezoidale, con una luce alla base di 1.50/2.00 m e in sommità di 4.50/5.00 m, profondità variabile da un minimo di 1.50 m ad un massimo di 2.10 m.

Presenta una pendenza di scorrimento da nord verso sud intorno allo 0.1%.

A differenza del Rio Remesina che risulta ordinariamente senza deflusso, il Fossetta Gruppo presenta sul fondo un piccolo battente d'acqua anche in condizioni di tempo asciutto, funzione dell'innalzamento della falda.

Stante la trascurabile permeabilità del terreno nei primi strati del suolo e del sottosuolo e la ridotta profondità del primo acquifero, di fatto, l'unico recapito delle acque meteoriche dell'insediamento è rappresentato dal reticolo idrico di bonifica.

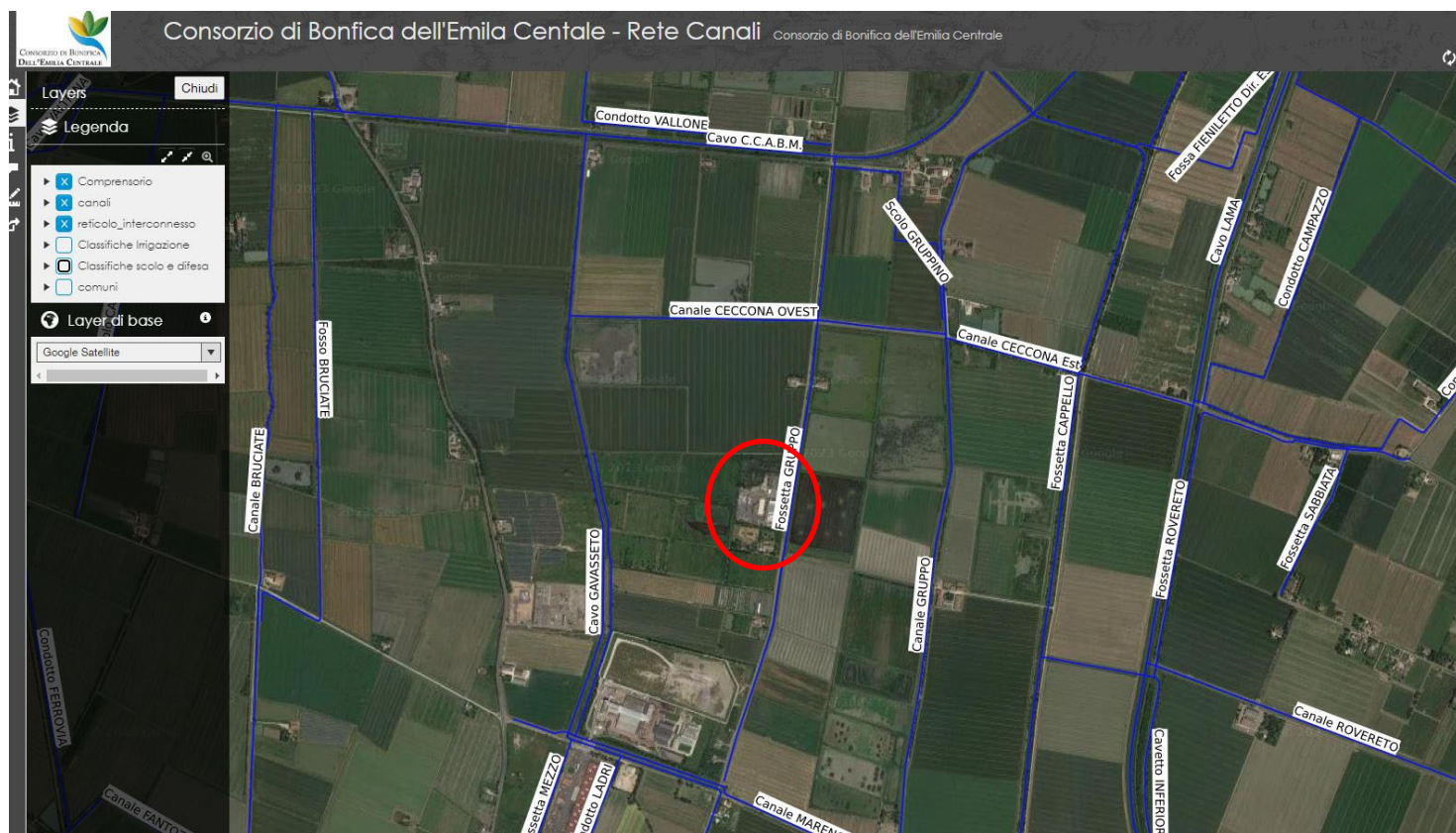


Figura 7 – Estratto della planimetria della rete canali del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.



Fotografia 1 – Vista del fossato stradale lato ovest, denominato rio Remesina, in fregio all'impianto indagato.



Fotografia 2 – Vista dell'imbocco del manufatto di attraversamento stradale del rio Remesina di collegamento alla fossetta Gruppo.



Fotografia 3 – Vista dello sbocco del manufatto di attraversamento stradale del rio Remesina di collegamento alla fossetta Gruppo.



Fotografia 4 – Vista della fossetta Gruppo posto lungo il lato est di via Remesina Esterna.

3 STATO DI FATTO

3.1 RETE FOGNARIA ESISTENTE

Nell'**elaborato grafico RF.6** allegato alla presente si riporta la planimetria della rete fognaria esistente, al servizio dell'impianto TRED Carpi, così come ricostruito dalla raccolta della documentazione disponibile e da un rilievo in campo.

La rete fognaria dell'insediamento risulta separata e distinta in tre sotto reti principali, al servizio, rispettivamente:

- degli scarichi di natura domestica dei servizi igienici dell'edificio principale con recapito nel rio Remesina (scarico codificato come **S1** – *che verrà mantenuto anche nella configurazione di progetto dell'impianto, previa sostituzione dell'impianto di trattamento*), previo passaggio attraverso un impianto di trattamento;
- della copertura dell'edificio principale e dei piazzali pavimentati scoperti non asserviti all'attività (ma utilizzati come sosta degli autoveicoli dei dipendenti), raccolte da due dorsali distinte con recapito diretto nel rio Remesina (scarichi codificati come S2 e **S3** – *di cui solo lo scarico S3 verrà mantenuto anche nella configurazione di progetto dell'impianto; mentre lo scarico S2 verrà dismesso*);
- dei piazzali pavimentati scoperti asserviti all'attività, costituiti da pavimentazione bitumata con piccole porzioni di pavimentazione in calcestruzzo, raccolte da diverse dorsali che da ultimo convogliano in un impianto di separazione e trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia, con recapito terminale delle prime e seconde piogge nel rio Remesina (scarico codificato come **S4** – *che verrà mantenuto anche nella configurazione di progetto dell'impianto, previa riduzione della relativa sezione di scarico*).

Gli altri scarichi presenti lungo il rio Remesina (*codificati come S5 e S6*) sono asserviti alla frazione nord dell'insediamento, corrispondente ad un edificio e al piazzale pertinenziale, di proprietà Aimag S.p.A., come anticipato, non oggetto della presente relazione, in quanto di prossima cessione all'atto dell'intervento di riconfigurazione dell'impianto.

3.2 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

La rete fognaria meteorica esistente al servizio dei piazzali dell'impianto recapita, da ultimo, in tre **vasche di prima pioggia**, due delle quali realizzate originarie alla costruzione dell'impianto e una terza aggiunta recentemente, in occasione dei lavori di pavimentazione del lato ovest dell'impianto (anno 2020).

Per una ricostruzione degli impianti di prima pioggia originari si è fatto riferimento alla tavola fornita da Ecologia Soluzione Ambiente all'atto della fornitura dei manufatti prefabbricati.

Le vasche affiancate presentano ciascuna una dimensione in pianta di 2.50 m x 6.50 m, altezza 2.20 m e risultano ispezionabili in sommità mediante aperture protette da chiusini.

All'ingresso della prima vasca è presente un comparto di sedimentazione, segue un comparto di invaso, il cui ingresso è regolato da una valvola a galleggiante che si chiude meccanicamente al riempimento del prefissato volume di invaso. Questo comparto di invaso è collegato al comparto di invaso della seconda vasca. In quest'ultimo comparto di invaso è installata anche una elettropompa, che solleva le acque stoccate nel comparto di disoleazione della seconda vasca per il relativo trattamento.

Le acque meteoriche di prima pioggia trattate si uniscono quindi alle acque meteoriche di seconda pioggia e proseguono a gravità nella dorsale meteorica con recapito terminale nello scarico S4.

La terza vasca più recente è stata realizzata sul retro delle prime due e collegata ai comparti di invaso, fungendo da ulteriore volume di invaso. Presenta una dimensione in pianta di 2.50 m x 7.50 m ed un'altezza di 2.50 m. Risulta collegata alle due vasche preesistenti mediante tubazioni \varnothing 200 mm installate sul fondo.

Di seguito, si riporta la vista del piazzale dove sono state installate le vasche di prima pioggia e la vista della valvola a galleggiante di chiusura dei comparti destinati all'invaso delle acque meteoriche di prima pioggia (Fotografia 5 e Fotografia 6). In base alle informazioni raccolte, le vasche di prima pioggia installate presentano un volume massimo di invaso di circa **70 m³**.

Nella configurazione di progetto della rete fognaria dell'impianto, tali vasche verranno mantenute come presidio in caso di incendio, ovvero come volume di stoccaggio delle acque di spegnimento incendi. La loro attivazione avverrà, quindi, solo in caso di emergenza, attraverso la movimentazione di paratoie di sezionamento, che devieranno le acque di spegnimento incendio nelle vasche di prima pioggia esistenti, che a fine emergenza verranno svuotate mediante intervento di ditta di spurghi, per il relativo idoneo smaltimento.



Fotografia 5 – Vista del piazzale dove sono state installate le vasche di prima pioggia, asservite alla rete fognaria meteorica piazzali dell'impianto.



Fotografia 6 – Vista della valvola a galleggiante che regola l'alimentazione dei comparti di invaso delle vasche di prima pioggia asservite alla rete fognaria meteorica piazzali dell'impianto.

4 INTERVENTO DI PROGETTO

4.1 CONFIGURAZIONE FUTURA IMPIANTO

Per una descrizione dettagliata dell'intervento di ampliamento e riconfigurazione dell'impianto esistente si rimanda ai contenuti del progetto architettonico redatto dallo studio Centro Cooperativo di Progettazione di Reggio Emilia.

La configurazione futura di progetto dell'impianto prevede in sintesi:

- il mantenimento dell'edificio industriale principale esistente lungo il lato ovest e del piazzale contermini, con le annesse tettoie e strutture metalliche coperte adiacenti;
- la realizzazione di n. 4 nuovi edifici produttivi in corrispondenza del lato ovest dell'insediamento;
- la ristrutturazione dei n. 2 edifici rurali esistenti posti sul lato sud, adibiti a spogliatoio dipendenti ed uffici;
- la formazione di un'area a parcheggio dedicata per gli autoveicoli del personale dipendente e visitatori;
- la ripavimentazione del piazzale esistente e di quello in ampliamento, destinato a sosta dei mezzi aziendali e viabilità interna, interessato parzialmente da compartimentazione in c.a. per stoccaggio rifiuti;
- la formazione di un'area a verde in corrispondenza del limite nord/ovest e sud/est dell'impianto.

Tutto il piazzale dell'impianto verrà pavimentato in asfalto o calcestruzzo, a meno dell'area dedicata a sosta degli autoveicoli dipendenti / visitatori che verrà realizzato in erba-block, e a meno del piazzale ricompreso tra la palazzina uffici e gli spogliatoi che verrà parzialmente inghiaiato e percorsi pedonali in autobloccante.

4.2 ADDETTI IMPIANTO

In questa sezione si riassume l'entità degli addetti previsti nell'impianto, a seguito dell'intervento di ampliamento e riqualificazione di progetto.

Nello specifico, per ogni edificio si stima una presenza massima di:

- edificio 1 - produttivo: 18 addetti
- edificio 2 - produttivo: 6 addetti
- edificio 3 - produttivo: nessun addetto continuativo
- edificio 4 - recupero silicati: 4 addetti
- edificio 5 - tettoia: nessun addetto continuativo
- edificio 6 - spogliatoi: addetti presenti nell'impianto nella giornata lavorativa su più turni
- edificio 7 - ufficio: 7 impiegati
- edificio esistente: 40 addetti

per un totale di **75 addetti**, di cui la maggior parte (corrispondente a 64 addetti) recapiteranno allo scarico S1 esistente, dotato di impianto di trattamento che verrà sostituito con un nuovo impianto. Mentre la rimanenza verrà suddivisa in due scarichi nuovi codificati rispettivamente come Sn8 al servizio degli edifici palazzina uffici (corrispondente a 7 addetti) e come Sn9 al servizio dell'edificio 4 adibito a recupero silicati (corrispondente a 4 addetti).

Si segnala che l'impianto anche nella configurazione di progetto non presenterà scarichi produttivi, di processo o di eventuali acque di raffreddamento, ma solo scarichi di origine domestica, legati alla presenza dei servizi igienici e degli spogliatoi, variamente distribuiti negli edifici costituenti l'impianto.

4.3 BACINO CONTRIBUENTE

La configurazione di progetto dell'impianto prevede, oltre alla costruzione di nuovi edifici, anche il rifacimento della pavimentazione esistente.

Nella Tabella 1 si riporta il bacino contribuente complessivo dell'impianto nella relativa configurazione futura, suddiviso per principali tipologie di uso del suolo.

Nella stessa tabella sono stati indicati i coeff. di afflusso-deflusso adottati ai fini della quantificazione dell'area effettivamente drenata e della conseguente stima della relativa portata meteorica di piena, di cui ai capitoli successivi.

In particolare, per la valutazione delle perdite idrologiche, si è ritenuto congruo applicare ai volumi di pioggia un coefficiente di afflusso ϕ (rapporto tra i volumi defluiti in fognatura e quelli di afflusso meteorico) ritenuto costante durante l'evento, pari a 1.00 per le aree coperte, 1.00 per le aree pavimentate in calcestruzzo, 1.00 per le aree pavimentate in asfalto (trascurando cautelativamente gli effetti legati agli invasi superficiali e ai ritardi ingenerati dal cattivo stato manutentivo dei piazzali, caratterizzati da avvallamenti ed in generale pendenze non uniformi e continue), 0.70 per le aree in pavimentazione permeabile (autobloccanti / green block e ghiaia). Le aree a verde non verranno raccolte e quindi non sono state considerate contribuenti ai fini del calcolo del deflusso meteorico.

Dei circa 51'200 m² di superficie complessiva dell'insediamento, circa 39'250 m² risultano contribuenti al deflusso meteorico, ovvero circa il 77% dell'impianto.

Tabella 1 – Caratteristiche delle aree contribuenti al deflusso meteorico dell'impianto indagato nella configurazione finale di progetto.

Bacino	Area Totale A_{TOT} (m ²)	Coefficiente medio di afflusso ϕ (-)	Area Impermeabile A_{IMP} (m ²)
Totale copertura	13'476	1.00	13'476
Totale pavimentazione cls	1'901	1.00	1'901
Totale pavimentazione asfalto	22'086	1.00	22'086
Totale pavimentazione in autobloccanti	1'788	0.70	1'252
Totale pavimentazione in ghiaia	756	0.70	529
Totale verde	11'169	0.00	-
TOTALE INSEDIAMENTO	51'176	0.77	39'244

5 PROGETTO RETE FOGNARIA ACQUE REFLUE

5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il dimensionamento dell'impianto di smaltimento dei nuovi scarichi di acque reflue domestiche si è fatto riferimento alla seguente normativa di riferimento:

- DGR n. 1053 del 09/06/2003 - Direttiva concernente indirizzi per l'applicazione del D.Lgs. 1/05/1999 n. 152, come modificato dal D.Lgs. 18/08/2000 n. 258 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento;
- Deliberazione Comitato per la tutela delle acque dall'inquinamento 04-02-1977 (G.U. 21-02-1977, n. 48, Supplemento ordinario), emanata dal Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Come anticipato, in questa sezione si tratta di soli **scarichi di acque reflue domestiche** provenienti dai servizi igienici dei nuovi edifici, che verranno recapitati sia nello scarico esistente codificato come S1 sia in due nuovi scarichi codificati come Sn8 e Sn9.

Per questi due ultimi scarichi la scelta di tenerli separati nasce dalla presenza nell'impianto di un partner industriale che gestirà una sezione dell'impianto che esegue il processo di recupero chimico del vetro (oggetto del finanziamento PNNR).

Per tale motivo e per poter permettere una rendicontazione dedicata si è ritenuto utile, per una mera volontà amministrativa, tenere separata la sezione del recupero chimico con i relativi scarichi in termini anche gestionali, oltre che amministrativi.

Mancando la pubblica fognatura tutti gli scarichi di acque reflue domestiche recapiteranno in corso d'acqua superficiale, il Rio Remesina, previo specifico trattamento.

5.2 PORTATA NERA AFFLUENTE

Come riportato precedentemente, complessivamente nell'impianto saranno presenti nel turno lavorativo massimo 75 addetti. Considerando 3 addetti per A.E., si ottiene un numero massimo di A.E. pari a 25 unità, distribuiti rispettivamente:

- scarico S1 esistente: 21 A.E.
- scarico Sn8 nuovo: 3 A.E.
- scarico Sn9 nuovo: 1 A.E.

L'entità della portata di scarico originata dall'impianto indagato può essere stimata attraverso la seguente espressione:

$$Q_{nm} = \frac{\alpha \cdot DI \cdot P}{d \cdot 3'600} = 0.26 \text{ l/s} \quad (1)$$

dove:

- Q_{nm} portata reflua media annua (l/s);
- DI dotazione idrica media, nello specifico assunta pari a **300** (l/ab g);
- P popolazione allacciata, pari a **25 abitanti** complessivi (AE);
- α coeff. riduzione dei consumi idrici, generalmente posto pari a 0.80 per utenze domestiche, ma nel caso specifico assunto cautelativamente pari a **1.00**, trattandosi di addetti (-);
- d distribuzione media oraria giornaliera dei consumi idrici della popolazione residente in una giornata tipo, considerata pari a **8 ore** (h);
- $3'600$ fattore di conversione ore in secondi (-).

I consumi idrici presentano, tuttavia, variazioni notevoli nell'arco dell'intero anno, del mese generico e, infine, del giorno generico. Le oscillazioni dei consumi dipendono da molti fattori, quali i movimenti della popolazione residente, i livelli sociali e le abitudini della popolazione, le condizioni climatiche, la quantità e la qualità dei servizi pubblici esistenti, il numero degli abitanti serviti, ecc.

Le oscillazioni del consumo nel corso dell'anno dipendono sostanzialmente da fattori climatici; i maggiori consumi si verificano ovviamente durante i mesi più caldi. Le variazioni di consumo durante un generico mese non sono generalmente molto marcate. Molto importanza riveste la cosiddetta massima portata reflua media giornaliera nell'arco dell'intero anno (Q_{nmax}), data sostanzialmente dal valore della portata reflua media annua (Q_{nm}) incrementata di un coeff., indicato come C_{24} , generalmente tabulato in funzione della classe demografica della popolazione servita, con valori decrescenti all'aumentare della popolazione.

Per centri abitati con classe demografica ricompresa fra 100'000-300'000 abitanti, quale quello in esame, si assume, generalmente, un valore del coeff. C_{24} pari a **1.30**, ottenendo, nello specifico:

$$Q_{nmax} = c_{24} \cdot Q_{nm} = 1.30 \cdot 0.26 \text{ l/s} = 0.33 \text{ l/s} \quad (2)$$

Le variazioni di consumo nel corso della giornata sono notevoli e dipendono da una serie di fattori, a loro volta molto variabili. In genere, si riscontra una punta di consumo dalle ore 10:00 alle ore 12:00 e consumi medi durante le ore notturne. Inoltre, si osserva, mediamente, un appiattimento dei consumi all'aumentare del numero degli abitanti serviti.

In base alle considerazioni su espone, per la determinazione della portata reflua di punta oraria, si assume un coeff. di punta C_p pari a **2.00**, ottenendo, nello specifico:

$$Q_{np} = c_p \cdot Q_{nmax} = 2.00 \cdot 0.33 \text{ l/s} = 0.66 \text{ l/s} \quad (3)$$

La massima portata defluente dell'impianto, nel giorno di massimo consumo idrico, è stimata, quindi, pari a 0.66 l/s, distribuita negli scarichi, esistente e nuovo come da seguente Tabella 2.

Tabella 2 – Portate acque reflue domestiche dell'impianto nella configurazione finale di progetto.

Scarico	A.E.	Portata nera media Q_{nm} (l/s)	Portata nera di punta Q_{np} (l/s)
S1 esistente	21	0.22	0.57
Sn8 nuovo	3	0.03	0.07
Sn9 nuovo	1	0.01	0.02
Totale	25	0.26	0.66

Gli scarichi dell'impianto recapitano da ultimo in corso d'acqua superficiale, Rio Remesina.

Lo scarico S1 esistente risulta già dotato di impianto di trattamento prefabbricato autorizzato che verrà dismesso e sostituito con quanto previsto per i nuovi scarichi Sn8 e Sn9, di cui di seguito.

Per i nuovi scarichi Sn8 e Sn9, data la relativa entità, originariamente si prevedeva per ciascuno l'adozione di un sistema costituito da fossa biologica imhoff e impianto di sub-irrigazione. Recependo le osservazioni del Comune di Carpi (**punto 47** della richiesta di integrazioni a seguito CdS del PAUR), per il trattamento delle acque reflue assimilabili alle domestiche dell'intero impianto, si prevede la combinazione: **degrassatore, fossa imhoff e filtro batterico anaerobico**.

L'impianto di trattamento preselezionato (combinazione 1+2+5) è consentito dalla disciplina regionale, così come da Tabella B della D.G.R. 1053/2008 – Criteri applicativi dei sistemi di trattamento delle acque reflue domestiche

derivanti insediamenti, installazioni ed edifici isolati con recapito diverso dalla rete fognaria (art. 27 comma 4 - Figura 8), assimilando gli scarichi indagati ad un edificio residenziale bifamiliare vista l'entità degli apporti previsti.

Si ritiene inoltre di poter applicare detto sistema, in quanto, come descritto approfonditamente nei capitoli introduttivi di inquadramento (§ 2.2), il terreno in sito risulta sostanzialmente poco permeabile, essendo costituito da alternanze di sedimenti limo-argillosi, fino alla profondità investigata di 14 m.

Come detto, si è optato per la separazione dei due nuovi scarichi Sn8 e Sn9 e conseguentemente del relativo impianto di trattamento, in quanto al servizio di due edifici distinti, che si giudica appropriato tenere separati come scarichi, sia dal punto di vista gestionale che amministrativo.

Il degrassatore verrà installato per il solo scarico Sn8 in quanto l'unico interessato dalla presenza di acque saponate, provenienti dai bagni degli spogliatoi dell'edificio 6.

Si prevede, inoltre, di dismettere il trattamento esistente al servizio dello scarico S1 e di sostituirlo con analogo sistema di trattamento, per una migliore efficienza sia nella gestione che nella manutenzione degli impianti di trattamento, essendo tutti i manufatti della stessa tipologia (punto 4.b della richiesta di integrazioni a seguito CdS PAUR).

Tabella B – Criteri applicativi dei sistemi di trattamento delle acque reflue domestiche derivanti insediamenti, installazioni ed edifici isolati con recapito diverso dalla rete fognaria (art. 27, comma 4) .

Sistemi di trattamento	Degrassatore	Fossa Imhoff	Disco Biologico o Biodisco	Filtro Batterico Aerobico / Percolatore	Filtro Batterico Anaerobico	Impianto Ossidazione Totale	Fito Depurazione	Pozzo nero	Vasca Accumulo	Sub Irrigazione drenata	Soluzioni possibili
Tipologia insediamenti	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10) (a) (c)	
Edificio residenziale mono - bifamiliari	X	X		X	X		X		X (b) Se esistente	X	1+2+4 1+2+5 1+2+7 1+2+10
Edificio destinato a civile abitazione ad uso discontinuo / periodico	X	X		X	X		X	X Se esistente	X Se esistente	X	1+2+4 1+2+5 1+2+7 1+2+10
Complesso edilizio (condominio, scuola, centro sportivo, albergo, caserma, ristorante) o piccoli nuclei abitativi con scarichi distinti per singola unità derivanti esclusivamente dai Wc, cucine o mense (d)	X	X	X	X (c)		X	X				1+2+3 1+2+4 1+6 1+2+7

- (a) Sistema di trattamento ammesso esclusivamente su trincee rese impermeabili
 (b) Sistema da utilizzare nel caso l'unico recettore disponibile sia rappresentato da acque superficiali stagnanti
 (c) Per queste tipologie di insediamenti da intendersi nella versione "filtro percolatore"
 (d) Le soluzioni individuate per queste tipologie di insediamenti si applicano anche agli scarichi di acque reflue assimilate alle domestiche per legge (punto 4.1.3 - A) e per equivalenza qualitativa (punto 4.1.4 - A)
 (e) Per gli scarichi in zone di rispetto ex art. 21 del decreto si rimanda alle disposizioni da emanarsi da parte della Regione ai sensi del comma 6 del citato articolo.

Figura 8 – Estratto D.G.R. 1053/2008 – Tabella B.

5.3 DIMENSIONAMENTO FOSSA BIOLOGICA IMHOFF

Il dimensionamento della vasca Imhof operante a monte del filtro percolatore è effettuato in accordo a quanto previsto nella *Deliberazione Comitato per la tutela delle acque dall'inquinamento 04-02-1977 (G.U. 21-02-1977, n. 48, Supplemento ordinario)*, emanata dal Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Di seguito, si riportano sinteticamente le principali indicazioni in merito al funzionamento e al dimensionamento del manufatto.

Le vasche Imhof sono caratterizzate dal fatto di avere compartimenti distinti per la raccolta del liquame (comparto di sedimentazione) e per la raccolta del fango (comparto di digestione). Il liquame grezzo entra con continuità all'interno del comparto di sedimentazione, dove avviene l'accumulo delle sostanze leggere sulla superficie del liquame, detta crosta, e, in contemporanea, la sedimentazione dei solidi sospesi sedimentabili. I solidi accumulati, detto fango di sedimentazione, sono convogliati all'interno del sottostante comparto di digestione, dove avviene l'abbattimento delle sostanze organiche contenute nel fango in ambiente anaerobico. Il liquame chiarificato è estratto in continuo dalla sommità del manufatto mentre il fango e la crosta dovranno essere periodicamente rimossi da una a quattro volte l'anno.

I comparti di sedimentazione e di digestione devono rispettare le seguenti caratteristiche:

- comparto di sedimentazione – deve consentire la ritenzione del liquame per un arco temporale compreso fra **4-6 ore** per le portate di punta (o tempi maggiori per vasche di piccole volumetrie) e deve avere un volume ricompreso fra **40-50 litri per utente**;
- comparto di digestione – deve avere un volume ricompreso fra 100-120 litri per utente, in caso di almeno due estrazioni all'anno, o ricompreso fra **80-200 litri per utente**, in caso di un'estrazione all'anno.

Applicando i valori di riferimento, è possibile stabilire il volume della vasca Imhof adatta al caso specifico in esame, come riportato in Tabella 3.

Si precisa, inoltre, che già allo stato attuale, i privati effettuano la pulizia della fossa imhoff almeno una volta all'anno, mediante intervento di ditta di idro spurgo.

Tabella 3 – Dimensionamento vasca Imhof al servizio dei nuovi scarichi di acque reflue domestiche Sn8 e Sn9.

Scarichi	Abitanti (A.E.)	Volume specifico (litri / A.E.)	Volume totale (litri)
Sedimentazione	3	50	150
Digestione	3	200	600
Totale scarico Sn8	3	250	750
Sedimentazione	1	50	50
Digestione	1	200	200
Totale scarico Sn9	1	250	250
Sedimentazione	21	50	1'050
Digestione	21	200	4'200
Totale scarico S1	21	250	5'250

Per ciascun scarico si assumono quindi i seguenti manufatti tipo fossa biologica imhoff:

- **scarico Sn8:** fossa imhoff pref. in cls, tipo Edilimpianti modello IMHOFF-MK3A da 1'600 l di volume utile, di dimensioni 120x270 cm in pianta e 100 cm di altezza;
- **scarico Sn9:** fossa imhoff pref. in cls, tipo Edilimpianti modello IMHOFF-MK1A da 1'050 l di volume utile, di dimensioni 120x170 cm in pianta e 100 cm di altezza;
- **scarico S1:** fossa imhoff pref. in cls tipo Edilimpianti modello IMHOFF-6400A, da 5'000 l di volume utile, di dimensioni in pianta 180x220 cm e 200 cm di altezza.

Come anticipato solo lo scarico Sn8 sarà dotato di degrassatore in corrispondenza dello scarico delle acque saponate degli spogliatoi nell'edificio 6, costituito da un manufatto degrassatore pref. in cls tipo Edilimpianti modello DEGSEPCB2B, da 400 l di volume utile, di dimensioni in pianta 90x90 cm e 75 cm di altezza.

5.4 DIMENSIONAMENTO FILTRO PERCOLATORE

Il Filtro Percolatore Anaerobico è idoneo alla depurazione delle acque reflue domestiche con recapito finale diverso da pubblica fognatura da installare a valle di sedimentazione primaria. All'interno della vasca sono presenti corpi di riempimento ad alta superficie specifica per la formazione di un film biologico costituito da batteri che, a contatto con il liquame, effettuano l'abbattimento delle sostanze inquinanti.

Il liquame in arrivo, attraverso il condotto di distribuzione, raggiunge il fondo del bacino e da qui risale lentamente verso l'alto attraverso il biofilm batterico reticolare che provvede a metabolizzare le sostanze organiche disciolte.

Il materiale di riempimento utilizzato come supporto filtrante è composto da corpi specifici circolari in polipropilene isotattico nero con elevata superficie specifica necessaria per alloggiare il film biologico (ca. 120 m²/m³), possiede un indice di vuoto di ca. 95%. Questo elevato indice di vuoto, derivante dal notevole passaggio libero del sistema, consente di evitare intasamenti della colonna filtrante.

Il dimensionamento prevede una massa filtrante calcolata con la formula

$$S = \frac{N}{H^2} \quad (4)$$

dove:

- N numero A.E. per un carico idraulico di 200 l/ab g e un carico organico di 50 g/ab g
H altezza filtro percolatore, generalmente superiori a 1.00 m per evitare eccessive velocità di percolazione (m)
S superficie del filtro percolatore (m²)

Applicando l'espressione (4) precedente si ottengono i seguenti modelli di filtro percolatore anaerobico:

- scarico Sn8: filtro percolatore anaerobico pref. in cls, tipo Edilimpianti modello FBANC05A da 6'500 l di volume utile, di dimensioni 180x270 cm in pianta e 180 cm di altezza;
- scarico Sn9: filtro percolatore anaerobico pref. in cls, tipo Edilimpianti modello FBANC03B da 4'100 l di volume utile, di dimensioni 180x180 cm in pianta e 180 cm di altezza;
- scarico S1: filtro percolatore anaerobico pref. in cls, tipo Edilimpianti modello FBANC10 da 19'000 l di volume utile, di dimensioni 246x470 cm in pianta e 200 cm di altezza.

Nella Figura 9 si riporta uno schema del filtro percolatore preselezionato previsto a progetto.

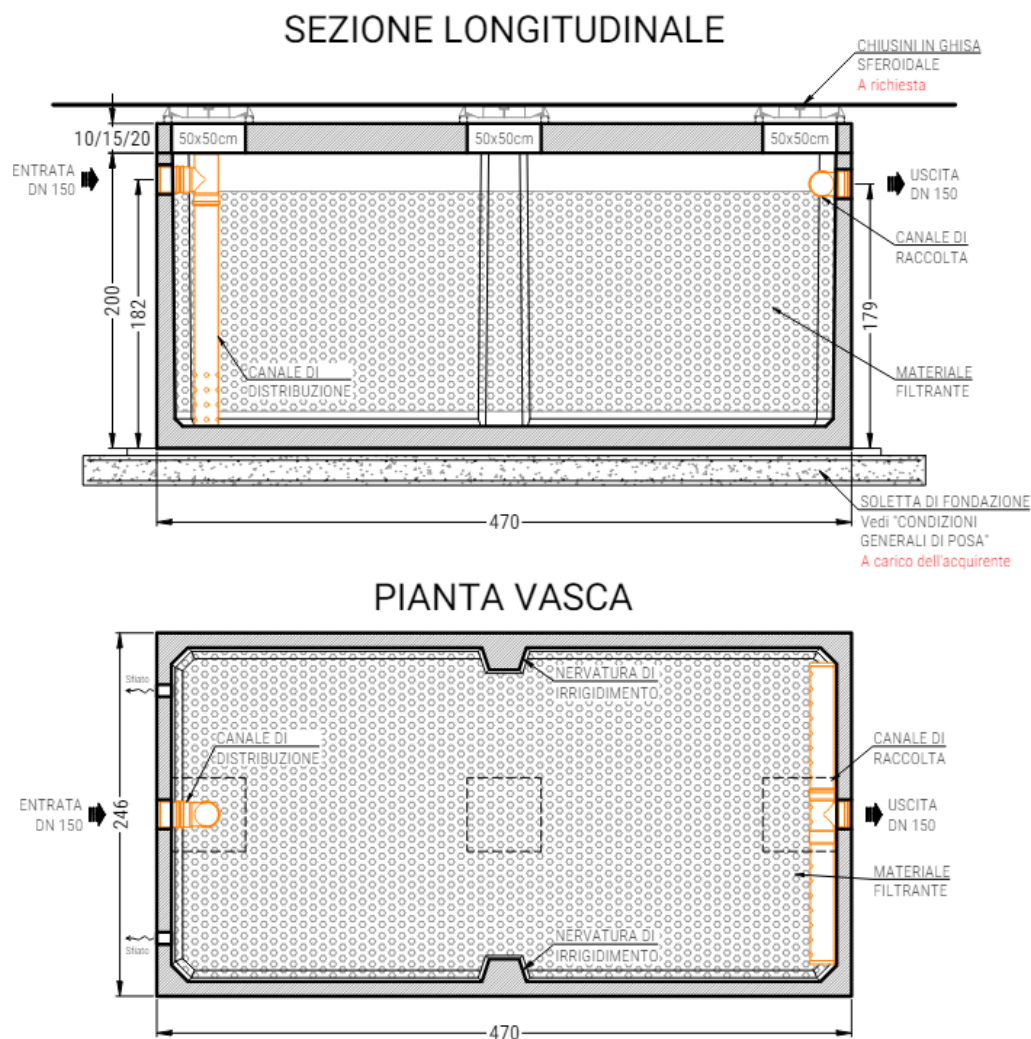


Figura 9 – Pianta e sezione trasversale tipo del filtro percolatore anaerobico pref. prevista a progetto.

6 PROGETTO RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE

6.1 RIFERIMENTI NORMATIVI SCARICHI

In questa sezione si richiamano i principali vigenti riferimenti normativi, che regolano la disciplina degli scarichi, assunti a base della progettazione preliminare della rete fognaria, rispettivamente relativi a:

- gestione delle acque meteoriche di prima pioggia: Deliberazione Giunta Regionale Emilia Romagna n. 1860 del 18/12/2006 – Linee Guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque meteoriche di prima pioggia in attuazione alla Deliberazione Giunta Regionale n. 286 del 14/02/2005;
- gestione degli scarichi in corso d'acqua superficiale: Regolamento contenente la procedura di rilascio concessioni, autorizzazioni e nulla osta – rev 30 del 15/08/2021 del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

Il primo riferimento è applicabile all'intero territorio regionale.

Mentre il secondo riferimento interessa la frazione di territorio regionale in cui opera il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (di seguito CBEC), nella gestione del reticolo idrico irriguo e di bonifica.

Come spiegato, infatti, l'impianto indagato recapita le relative acque reflue (previo trattamento) e meteoriche (previa separazione e trattamento del contributo meteorico giudicato passibile di dilavamento di inquinanti e previa laminazione) in un fossato, rio Remesina, che si immette nella fossetta Gruppo di gestione del citato Consorzio.

6.2 SCHEMA RACCOLTA ACQUE METEORICHE

La rete fognaria meteorica di progetto prevede l'individuazione di tre principali di linee di raccolta, differenziate in funzione della tipologia di superficie scolante raccolta e conseguentemente del relativo recapito, e nello specifico:

- rete meteorica di raccolta acque pluviali, provenienti dalle coperture degli edifici esistenti e di progetto, con recapito in corso d'acqua superficiale, previa laminazione.

Per alcune aree coperte servite dalla rete i sistemi di laminazione prescelti presentano anche una componente di infiltrazione su suolo, se pur trascurata nei calcoli di dimensionamento, vista la scarsa permeabilità del terreno (laddove l'estensione della superficie drenata risulta di modesta entità rispetto alla superficie di infiltrazione disponibile). Anche tali sistemi sono comunque dotati di uno scarico di troppo pieno in corso d'acqua superficiale, stante appunto la modesta se non nulla permeabilità del terreno.

Tutti i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche prevedono in ogni caso l'adozione di un **volume di invaso**, atto a stoccare temporaneamente il contributo meteorico di piena, riducendo ad un prefissato limite allo scarico la portata recapitata in corso d'acqua.

Trattandosi di acque meteoriche non contaminate è possibile prevederne il recapito in corso d'acqua o su suolo **senza trattamento**. Tuttavia per alcuni edifici, posti in area confinate o marginali rispetto al resto dell'impianto, non è stato considerato fattibile, sia tecnicamente che economicamente, prevedere una separazione dei relativi contributi meteorici rispetto alla rete meteorica al servizio dei piazzali di cui al punto seguente. Si tratta in ogni caso di superfici coperte di modesta estensione ovvero di superfici coperte esistenti, la cui deviazione presenta dei costi di intervento elevati e in ogni caso non facilmente prevedibili, per la presenza di sottoservizi esistenti e condizioni operative non certe, in zone non interessate dall'intervento di revamping dell'impianto.

- rete meteorica di raccolta acque di dilavamento piazzali non contaminate, corrispondenti al parcheggio veicoli dipendenti e le aree pedonali contermini alla palazzina uffici, previste nel nuovo ampliamento, con recapito in corso d'acqua superficiale, al netto di quanto infiltrato su suolo. Si tratta di piazzali con pavimentazione permeabile (auto bloccante / green block e ghiaia), non pertinenti all'attività ma soggette al solo passaggio

pedonale o degli autoveicoli dei dipendenti e visitatori. Per tale ragione non sono passibili di possibile contaminazione delle acque meteoriche di dilavamento. Per queste superfici, di per sè già costituite da permeabili, si prevedono sistemi di smaltimento terminali costituiti da bacini di stoccaggio ed infiltrazione su suolo, dotati di troppo pieno in corso d'acqua superficiale.

- rete meteorica di raccolta acque di dilavamento piazzali contaminati, corrispondenti a piazzale di pertinenza dell'attività, con recapito in corso d'acqua superficiale, previo trattamento e laminazione. Si tratta di piazzali con pavimentazione impermeabile (asfalto o calcestruzzo), interessati sia dal passaggio e sosta di mezzi aziendali che dallo stoccaggio temporaneo dei materiali da trattare. Data la tipologia di attività esercitata nell'impianto tale contributo meteorico dovrebbe essere soggetto ad almeno la separazione e trattamento delle relative acque meteoriche di prima pioggia (come avviene attualmente per l'impianto esistente). Vista però la logistica dell'impianto e in quantitativo di rifiuti trattati, parzialmente dilavati dalle acque meteoriche in caso di precipitazione; oltre che il possibile accumulo progressivo di materiale pulverulento sul piazzale, si prevede cautelativamente di trattare tutte le acque meteoriche di dilavamento dei piazzali di pertinenza dell'attività, mediante **impianto chimico-fisico prefabbricato**. Le acque meteoriche di dilavamento di detti piazzali verranno quindi raccolte e stoccate da ultimo in una **vasca di invaso terminale a tenuta**, da cui le stesse verranno prelevate per il relativo trattamento, prima del recapito in corso d'acqua superficiale e/o del relativo riutilizzo nel processo produttivo. Si prevede, infatti, la possibilità di **recupero di dette acque**, a valle del trattamento, nel processo produttivo dell'area recupero silicati.

Tutte le reti prima descritte recapitano da ultimo in un sistema di invaso terminale (con o senza trattamento), atto a laminare il relativo contributo di piena prima del recapito in corso d'acqua superficiale. In particolare, l'intervento di revamping e ampliamento previsto è diventato occasione di adeguamento della rete fognaria meteorica esistente.

Al termine della realizzazione delle opere fognaria meteoriche in progetto, sostanzialmente il contributo meteorico di tutto l'ampliamento e di quasi la totalità dell'impianto esistente (rimane infatti esclusa solo una frazione dell'edificio produttivo esistente, con scarico diretto, dove non si prevede un intervento di riqualificazione) verranno laminati prima del relativo recapito in corso d'acqua.

Nell'**elaborato grafico RF.1** allegato si riporta lo schema di raccolta e laminazione delle acque meteoriche dell'impianto previsto a progetto.

6.3 TIPOLOGIA OPERE DI INVASO

Come anticipato le condizioni morfologiche, geologiche e idrogeologiche dell'area di intervento hanno condizionato significativamente la fattibilità delle opere fognarie, con specifico riferimento ai manufatti di invaso terminali, operanti a monte del recapito in corso d'acqua superficiale.

In particolare, la presenza di una falda locale a elevata soggiacenza, stante i significativi volumi di invaso da garantire, ha condizionato la progettazione, prevedendo:

- laddove possibile (aree verdi) degli invasi superficiali (**manufatti 1 e 2**), quali:
 - depressioni e bacini a cielo aperto, mediante formazione di aree depresse rispetto al p.c. dell'insediamento, specificatamente destinate a tale scopo, dotate di fondo disperdente e troppo pieno nel reticolo idrico superficiale (Figura 10);
 - ovvero sistemi di stoccaggio ed infiltrazione modulari interrati ma a sviluppo superficiale costituito dall'assemblaggio in orizzontale di elementi modulari pref. in HDPE a forma di tunnel, dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente (Figura 11).

Gli elementi vengono collegati tra loro alle estremità a formare delle file e ciascuna fila può essere affiancata ad un'altra a formare diverse file. Gli elementi verranno alloggiati in una trincea di scavo, riempita con sottofondo, rinfianco e ricoprimento con ghiaietto lavato selezionato di pezzatura 20/40 mm – spessore min 15 cm, rivestita lungo sup. laterale e in sommità da tessuto non tessuto (Figura 12). A seconda dei carichi applicati, dovrà essere previsto uno spessore minimo per il ricoprimento dei moduli. Nel caso specifico per carico di autoveicoli (non mezzi pesanti) è sufficiente una profondità di posa di 1.20 m dal piano finito stradale.



Figura 10 – Esempio di bacino di laminazione delle acque meteoriche a cielo aperto.



Figura 11 – Esempio di elemento modulare in HDPE a tunnel disponibile in commercio.



Figura 12 – Vista modalità di posa di elementi modulari in HDPE a tunnel.

- laddove possibile utilizzo di sistemi pref. di raccolta e invaso (**manufatto 4**), per limitare la presenza di personale nello scavo e le necessarie opere provvisorie di aggettamento della trincea di scavo, quali:
 - collettore di grandi dimensioni realizzato con elementi scatolari pref. in c.a. (Figura 13).
 Nel caso in esame, si prevede la realizzazione di un collettore, costituito da uno scatolare 250x100 cm di dimensioni interne, con andamento nord/sud al servizio del nuovo piazzale dell'impianto, che svolge sia la funzione di raccolta che di invaso delle acque meteoriche raccolte. In questo modo sarà possibile operare direttamente da p.c. limitando al massimo la profondità di scavo e conseguentemente il rischio di intercettazione della falda.



Figura 13 – Esempio di collettore di grandi dimensioni realizzato con scatolari pref. in c.a..

- mentre per il resto dell'area si è cercato dove possibile di concentrare i volumi di invaso in un unico manufatto (vasca interrata in c.a. in opera – **manufatto 5** - Figura 14), dovendo procedere con degli importanti apprestamenti provvisori per poter operare a quote inferiori al livello di falda atteso (sistemi di aggettamento, quali wellpoint).

Nel caso in esame, è stata individuata un'area libera posta a nord dell'impianto dove si prevede la realizzazione di una vasca interrata in c.a. di grandi dimensioni in pianta e profondità (per garantire la maggior parte del volume di invaso richiesto). In questa vasca recapitano le acque meteoriche dei piazzali passibili di contaminazione e una piccola frazione di aree coperte.

La vasca verrà dotata in superficie di un blocco pref. contenente l'impianto di trattamento. Le acque trattate potranno essere inviate al recupero per il riutilizzo nell'edificio adibito al recupero silicati, ovvero direttamente al recapito in corso d'acqua superficiale, nel rispetto del prefissato limite allo scarico.

Oltre alla vasca principale interrata, di stoccaggio e trattamento delle acque meteoriche dei piazzali; si prevede di dotare l'impianto di una seconda vasca sempre interrata in c.a. (**manufatto 3**), ma di volume inferiore, asservita esclusivamente all'edificio 4, adibito al recupero silicati, dove si prevede l'insediamento della società ENN.CO. Tale vasca è stata dimensionata per fornire il volume di invaso specifico per detta area contribuente, in modo tale che in caso di eventuale separazione delle competenze tra le due società di futuro insediamento, detta frazione di impianto dia dotata di sistema di raccolta e smaltimento autonomo.

Infine, si segnala che l'impianto esistente risulta già dotato di un invaso superficiale, posto nell'angolo nord / ovest, costituito da una vasta area a verde depressa rispetto al p.c., dove si prevede di recapitare direttamente le acque meteoriche del nuovo edificio 1, in quanto prossimo a detta area. Questo invaso non è dotato di scarico di troppo pieno, in quanto caratterizzato da un significativo volume di invaso.

Negli **elaborati grafici RF.2.1 e RF.2.2** allegati si riportano i principali manufatti della rete fognaria previsti a progetto, con le relative dimensioni. Negli stessi elaborati si riporta la codifica delle principali opere di invaso di progetto.



Figura 14 – Esempio di vasca interrata in c.a. in opera.

Infine, come richiesto al **punto 25** e al **punto 4.a** della richiesta di integrazioni a seguito della CdS del PAUR, si segnala che l'impianto risulta già dotato di un bacino a cielo aperto, posto nella frazione nord/ovest dell'insediamento (manufatto 0).

Si tratta di una depressione del terreno delle dimensioni in pianta di circa 2'850 m², della profondità intorno a 1.00 m dal p.c. di cui 0.50 utili ai fini dell'invaso, con un volume specifico quindi disponibile di almeno 1'425 m³.

Attualmente non ha una funzione di regimazione delle acque meteoriche dell'impianto e non risulta dotato di scarico in corso d'acqua superficiale o fognatura.

In occasione di escursioni significative della falda, può essere interessato da un battente idrico sul fondo.

Come spiegato nel proseguo della trattazione, tale invaso naturale, verrà utilizzato, nell'ambito del progetto di riqualificazione dell'impianto, per la regimazione delle acque meteoriche del nuovo edificio 1, per una superficie impermeabile contribuente di 2'100 m². La relativa verifica è riportata nei capitoli successivi (§ 7.6).



Figura 15 – Vista dell'area ribassata esistente posta a nord/ovest dell'impianto.

6.4 PRESIDI COSTRUTTIVI PER POSA IN FALDA

Come richiesto al **punto 24** della richiesta di integrazioni a seguito della CdS del PAUR, nel presente capitolo si descrivono gli accorgimenti tecnici previsti per l'impermeabilizzazione dei manufatti di invaso interrati previsti.

Nello specifico, considerando che la falda nell'area di intervento posso avere una soggiacenza variabile da 2.00 a 1.50 m dal p.c. (§ 2.4), si prevede di adottare i seguenti accorgimenti:

- per i manufatti di stoccaggio e dispersione, sia a cielo aperto che interrati (ovvero per la depressione in terra codificata come manufatto 1 e il sistema di stoccaggio ed infiltrazione modulare interrato codificato come manufatto 2), di fatto la relativa geometria, ed in particolare la relativa profondità consente di non interferire con la falda, anche considerando l'escursione massima. Si tratta, infatti, di manufatti a sviluppo superficiali, la cui profondità non supera 1.50 m per il bacino a cielo aperto e 1.20 m per il bacino ad elementi naturali interrato. L'eventuale ulteriore rialzo della falda oltre la profondità di 1.50 m rispetto al p.c., potrebbe comportare la parziale e temporanea occupazione del bacino a cielo aperto (manufatto1). Si tratta in ogni caso di un invaso di emergenza, al servizio della sola copertura degli edifici 6 e 7, che presenta volume di invaso, progressivamente crescente, all'aumentare del livello idrico in vasca, potendo rigurgitare la rete fognaria afferente, prima di raggiungere il p.c. del piazzale.
- per i manufatti interrati in c.a. pref. a sezione scatolare di progetto (collettore di grandi dimensioni codificato come manufatto 4 di invaso nel presente progetto), che, attestandosi a profondità variabili da un minimo di 2.00 m ad un massimo di 2.20 m, risultano in minima parte interferenti con la falda, si prevede l'utilizzo di una guarnizione butilica alla giunzione tra i diversi elementi pref., con uno schema di posa riportato nella Figura 16.

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo vibro compresso armato previsti a progetto sono a sezione rettangolare di dimensioni interne nette di cm 250x100, aventi spessore delle pareti e della soletta non inferiore rispettivamente a cm 16 e cm 20. Gli elementi prefabbricati dovranno essere dimensionati per l'impiego a base 250 cm per resistere ai carichi mobili di 1^a categoria con ricoprimenti minimi e massimi rilevati dal profilo longitudinale di progetto.

Gli elementi prefabbricati saranno assoggettati a marcatura CE secondo le disposizioni del Regolamento 305-11 UE e della relativa normativa armonizzata di riferimento UNI EN 14844:2012 e rispondenti alle prescrizioni del D.M. 17-01-18 "Norme tecniche per le costruzioni".

La giunzione di tipo maschio femmina verrà ottenuta mediante interposizione di **guarnizione butilica** di sezione 30x30 mm, a norma ASTM C-789, caratterizzata da resistenza alle basse ed alte temperature, eccellente adesione chimica e meccanica alle superfici in calcestruzzo, non soggetta a fenomeni di ritiro, indurimento o ossidazione nel tempo.

La posa dei manufatti scatolari dovrà avvenire su piano in magrone in cls C12/15 N/mm² dello spessore minimo di 15/20 cm, armata con rete elettrosaldata ϕ 6/20x20, perfettamente lisciata.

Tutti gli accorgimenti tecnici prima descritti contribuiscono a garantire la tenuta idraulica degli scatolari, con specifico riferimento alle loro giunzioni, fornendo un piano di appoggio continuo e non soggetto a possibili cedimenti differenziati, e dotando la singola giunzione di una guarnizione a maggiore durabilità.

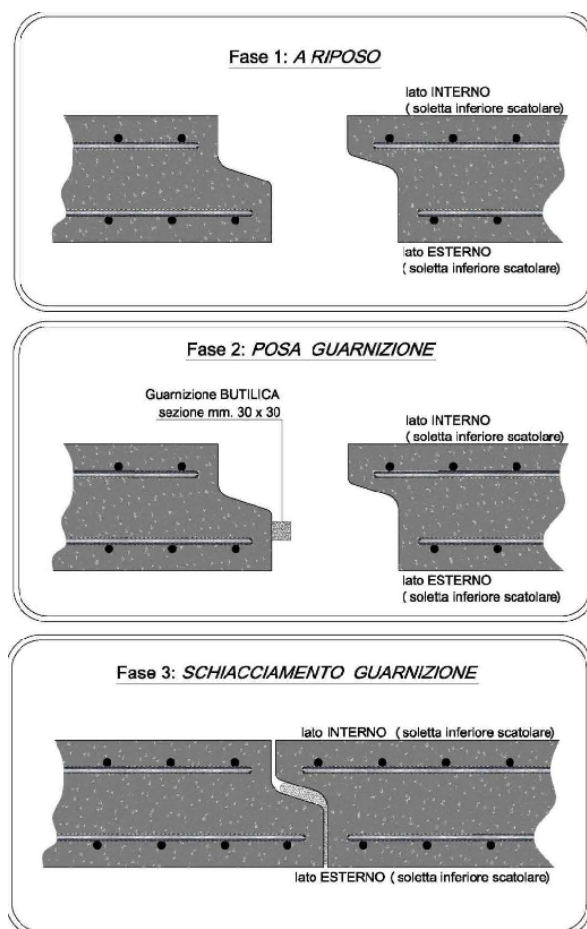


Figura 16 – Schema installazione tipo guarnizione butilica nella giunzione tra elementi scatolari pref.

- per i manufatti interrati in c.a. in opera di progetto (vasche codificate come vasca 5 e vasca 3 nel presente progetto), che si attestano a circa 3.50/3.60 m di profondità dal p.c., e quindi parzialmente immersi in falda: a garanzia della relativa tenuta idraulica e al contempo per evitare possibili infiltrazioni dall'esterno, si prevede il confezionamento di **calcestruzzo con additivo idrofugo, certificato come sistema vasca bianca**.

Tale additivo, disponibile in commercio da diversi fornitori di sistemi integrali di impermeabilizzazione e protezione del calcestruzzo per cristallizzazione (quali Penetron), è in grado di sigillare le porosità del calcestruzzo fino a 0.4 mm. A testimonianza dell'efficacia di tali additivi, si riporta nella seguente Figura 17 un'applicazione di tale sistema "vasca bianca" per la realizzazione di serbatoi di carburanti nel porto di Ventimiglia, installati all'interno del mare.

Questi sistemi vengono infatti utilizzati per garantire la perfetta tenuta idraulica e durabilità dei manufatti in calcestruzzo in c.a. in opera, in applicazioni ambientali sensibili (depuratori, distributori carburanti), ovvero a protezione dall'infiltrazione provenienti dall'esterno (autorimesse interrate in falda).



Figura 17 – Vasche per carburanti di calcestruzzo in opera con additivo Penetron posate nel mare nel porto di Ventimiglia (IM).

7 DIMENSIONAMENTO OPERE DI INVASO

7.1 EVENTO METEORICO

I dati idrologici dell'area indagata sono stati desunti dalla sezione 3.6 del regolamento consortile su indicato e dalla modulistica prevista per la presentazione di istanza di autorizzazione allo scarico nella rete di scolo del Consorzio (modulo CBEC 10 bis).

Per interventi compresi tra il Torrente Crostolo ed il Fiume Secchia il Consorzio richiede che vengano utilizzate le curve di possibilità pluviometrica tratte da uno studio del Prof. Marinelli del 2009 eseguito per i canali consortili, riportate nella seguente Tabella 4.

Tabella 4 – Parametro $a(T_R)$ e $n(T_R)$ in funzione del tempo di ritorno T_R indicate dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale CBEC per il territorio compreso tra il Torrente Crostolo e il Fiume Secchia.

Tempo di ritorno T_R (anni)	Alta Pianura		Media Pianura		Bassa Pianura	
	$a(T_R)$	$n(T_R)$	$a(T_R)$	$n(T_R)$	$a(T_R)$	$n(T_R)$
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

Per il tempo di ritorno della pioggia di progetto il CBEC suggerisce l'adozione rispettivamente:

- $T_R = 25$ anni per ambiti residenziali urbani ed extraurbani
- $T_R = 50$ anni per ambiti industriali e logistici non a rischio, impianti di depurazione
- $T_R = 100$ anni per ospedali, aeroporti, discariche di rifiuti pericolosi, siti industriali a rischio, infrastrutture primarie e secondarie.

Nel caso indagato, sono state adottate le curve di possibilità pluviometrica della Bassa Pianura (così come specificato dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale nella richiesta di integrazioni del PAUR al **punto 23**), corrispondenti ad un tempo di ritorno, rispettivamente: di 25 anni per la verifica idraulica della rete fognaria meteorica esistente e di 50 anni per il dimensionamento della vasca di laminazione di progetto al servizio della rete fognaria meteorica (come spiegato, opera necessaria per garantire il rispetto della portata limite allo scarico prescritta dal CBEC).

7.2 BACINI DRENATI CON RECAPITO IN CORSO D'ACQUA

Nella Tabella 5 si riporta la superficie contribuente al singolo manufatto di invaso a progetto, con recapito da ultimo in corso d'acqua superficiale, individuata in funzione della distribuzione della rete fognaria afferente.

Tabella 5 – Bacino contribuente al deflusso meteorico afferente alle diverse opere di invaso di progetto.

Opera di invaso	Area Totale A_{TOT} (m ²)	Coefficiente medio di afflusso ϕ (-)	Area Impermeabile A_{IMP} (m ²)
1 – bacino a cielo aperto (Sn7)	1'675	0.83	1'386
2 – trincea ad elementi modulari (Sn7)	1'205	0.70	844
3 – vasca interrata recupero silicati (S4)	4'163	1.00	4'163
4 – collettore scatolare (S4)	11'172	1.00	11'172
5 – vasca interrata trattamento (S4)	17'647	1.00	17'647
Totale opere di laminazione	35'862	0.98	35'212
Scarico nel rio Remesina (S3)	2'045	1.00	2'045
Scarico nel bacino esistente (suolo)	2'100	1.00	2'100
Totale verde (non contribuente)	11'169	0.00	-
TOTALE INSEDIAMENTO	51'176	0.77	39'357

Nella Tabella 6 seguente si riportano gli analoghi bacini accorpati per scarico principale nel rio Remesina.

L'impianto recapita da ultimo le relative acque meteoriche nel rio Remesina attraverso due scarichi codificati come S4 esistente e Sn7 nuovo. Lo scarico Sn7 risulta in realtà il troppo pieno di un bacino di laminazione a cielo aperto, la cui componente di infiltrazione viene trascurata, ai fini della presente verifica.

Il resto dell'insediamento recapita nello scarico esistente S3 (corrispondente a circa metà copertura dell'edificio principale esistente, non interessato dagli interventi di revamping) e nel bacino a cielo aperto posto a nord/ovest dell'impianto.

Infine, l'area dell'impianto verde non viene conteggiata in quanto non drenata e collettata.

Nella stessa Tabella 6 si riporta anche la corrispondente portata limite allo scarico Q_{LIM} in corso d'acqua superficiale, valutata in ragione di un prefissato valore di riferimento di **10 l/s ettaro impermeabile**, indicato dal regolamento del CBEC per il territorio di Carpi.

Tabella 6 – Bacino contribuente al deflusso meteorico afferente agli scarichi in corso d'acqua superficiale.

Scarichi	Area Totale A_{TOT} (m ²)	Coefficiente medio di afflusso ϕ (-)	Area Impermeabile A_{IMP} (m ²)	Portata limite allo scarico Q_{LIM} (l/s)
Scarico Sn7 (troppo pieno)	2'880	0.77	2'230	≈ 2.00
Scarico esistente S4	32'982	1.00	32'982	≈ 33.00
Scarico esistente S3	2'045	1.00	2'045	≈ 2.00
Scarico Rio Remesina totale	37'907	0.98	37'257	≈ 37.00
Su suolo	2'100	1.00	2'100	-
Totale scarichi	40'007	0.98	39'357	-

7.3 PORTATA DI PIENA

Lo studio dei fenomeni di piena nelle reti fognarie meteoriche consiste nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo, associati ad eventi di piena, corrispondenti a prefissati tempi di ritorno (necessari per il dimensionamento e la verifica delle canalizzazioni fognarie).

La portata meteorica di calcolo gravante sulla fognatura meteorica indagata, è stata valutata mediante l'adozione di una procedura di trasformazione afflussi-deflussi, basata sull'applicazione della formula razionale, che definisce la portata critica, nella sezione del collettore di valle della rete fognaria, come:

$$Q_c = A \cdot u = A \cdot 2.78 \cdot \varphi_m \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c; T_R) \quad (5)$$

dove:

- Q_c portata critica (l/s);
- A area del bacino scolante (ha);
- u coefficiente udometrico (l/s ha);
- T_R tempo di ritorno (anni);
- θ_c durata critica (ore);
- φ_m coefficiente medio di afflusso-deflusso (-);
- ε coefficiente dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi adottato (-);
- i intensità media di pioggia, ragguagliata all'area, funzione della durata critica secondo la relazione:
 $i = a \theta_c^{n-1}$ (mm/ora), con a e n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica.

Tale formulazione è valida nell'ipotesi di piogge ad intensità costante, depurazione delle perdite idrologiche con metodo percentuale (ovvero $\varphi = \text{costante}$) e modello lineare di trasformazione afflussi-deflussi.

Per la formulazione finale dell'equazione (5) è stato adottato il metodo di corrivazione.

Nell'espressione (5) si è quindi adottato, un valore di ε pari a 1 e la durata critica θ_c pari al tempo di corrivazione del bacino T_c , somma del tempo necessario al raggiungimento della rete di drenaggio da parte dell'acqua meteorica di ruscellamento superficiale (tempo di ingresso in rete) T_i e del tempo di scorrimento all'interno della rete stessa T_r . Per la scelta di T_i si è fatto riferimento ai valori di letteratura disponibili, adottando un valore del tempo di ingresso in rete di riferimento T_i di 15 min, per tener comunque conto dell'effetto di ritardo del drenaggio dei piazzali dotati di modesta pendenza.

Il tempo di corrivazione della rete T_r è funzione delle caratteristiche della rete, ovvero dello sviluppo del tracciato delle condotte e della velocità della corrente. Risulta quindi dato da:

$$T_r = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i} \quad (6)$$

dove:

- T_r tempo di corrivazione della rete di drenaggio (sec);
- L_i lunghezza della condotta i-esima della rete di drenaggio (m);
- V_i velocità di deflusso nella condotta i-esima (m/s);
- n numero delle condotte costituenti la rete di drenaggio indagata (-).

Le velocità medie di percorrenza della fognatura sono state poste, in prima battuta, pari a 1.0 m/s, stimato come valore medio della corrente in condizioni di piena, date le pendenze della rete.

In base alle considerazioni su esposte, applicando l'espressione (6) al bacino indagato, in funzione dello schema della rete meteorica adottato, si ottengono le massime portate meteoriche riportate nella Tabella 7 (Q_c) per i singoli scarichi in corso d'acqua indagati. Complessivamente il bacino contribuente drenato dalla rete fognaria meteorica presenta una portata meteorica di piena di circa **780 l/s** in corrispondenza dello scarico meteorico terminale principale dell'impianto codificato come **S4**; mentre gli altri due scarichi Sn7 e S3 sono di poco superiori a 55 l/s. I valori delle portate di piena stimati corrispondono a portate udometriche specifiche, per unità di superficie contribuente, intorno a 250 l/s per ettaro di superficie impermeabile complessivamente contribuente.

7.4 CAPACITÀ DI DEFLUSSO

In base alle caratteristiche geometriche ed idrauliche della rete fognaria meteorica indagata, è stato possibile individuarne la relativa capacità di deflusso, ipotizzando che il processo di moto nel sistema fognario avvenga in condizioni di moto uniforme.

Le condizioni di moto uniforme di una corrente a pelo libero, in un canale o collettore prismatico, sono date dalla nota relazione di Chèzy:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (7)$$

dove:

Q portata defluente (m³/s);

A sezione liquida (m²);

R raggio idraulico, dato da A/P (con P contorno bagnato) (m);

i pendenza (-);

C coefficiente di resistenza che, nella formulazione di Gaukler-Strickler, assume l'espressione:

$$C = K_S \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

con K_S coefficiente di scabrezza (m^{1/3}/s).

Per sezioni circolari, quali quelle presenti nella rete fognaria indagata, l'espressione (6) assume la seguente forma (con φ angolo al centro che sottende il pelo libero):

$$Q = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\varphi - \sin \varphi) \cdot K_S \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\sin \varphi}{\varphi} \right) \right]^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i} \quad (8)$$

Applicando l'espressione (8) precedente alla rete fognaria meteorica si ottengono le massime capacità idrauliche Q_{max} a moto uniforme riportate nella

Tabella 7 per evento con tempo di ritorno T_R di 25 anni, dove sono state indicate con la codifica dello scarico le tratte terminali con recapito in corso d'acqua superficiale. Per ogni tubazione di scarico sono state riportate le relative caratteristiche costruttive e geometriche (materiali, sezione e pendenza) e le corrispondenti portate meteoriche di piena attese Q_c, e le portate limite allo scarico Q_{LIM}, di cui al calcolo precedente.

Si osserva inoltre che per lo scarico di troppo pieno Sn7 è stata adottata una tubazione di scarico di progetto di piccolo diametro (ø 110 mm), che in caso di attivazione possa garantire una massima portata di scarico a pelo libero pari al rispettivo portata limite di scarico, così da rispettare lo scarico previsto dal CBEC anche in caso di attivazione del troppo pieno.

Mentre lo scarico meteorico principale dell'impianto codificato come S4, attualmente costituito da una tubazione in cls ø 80 cm verrà riconfigurato, come richiesto al **punto 27** della richiesta di integrazioni a seguito della CdS del PAUR, è stato intercettato con un pozzetto di disconnessione e ricalibrato con una tubazione di sezione inferiore, rispettivamente in PVC ø 315 mm, così come rappresentato nella Figura 18.

Tale nuova tubazione di scarico S4 costituisce di fatto una **bocca tarata** in grado di scaricare una portata massima di 33 l/s a pelo libero. In caso di battenti idrici di piena nel Rio Remesina, ovvero nel Fossetta Gruppo (ad esso connesso idraulicamente), tale portata di scarico limite diminuirà essendo uno scarico annegato.

Per evitare possibili rigurgiti del ricettore verso l'impianto, si prevede di installare una valvola clapet allo sbocco della nuova tubazione di scarico, tipo fine linea a battente inclinato (del tipo riportato nella Figura 19).

In occasione della modifica del processo di trattamento si ritiene opportuno procedere con una armonizzazione della rete fognaria, andando a realizzare laminazioni delle acque meteoriche dei piazzali, mantenendo inalterate le condizioni per gli scarico esistente S3, relativo ai pluviali, in quanto questa area dell'insediamento non viene interessata dall'intervento di revamping.

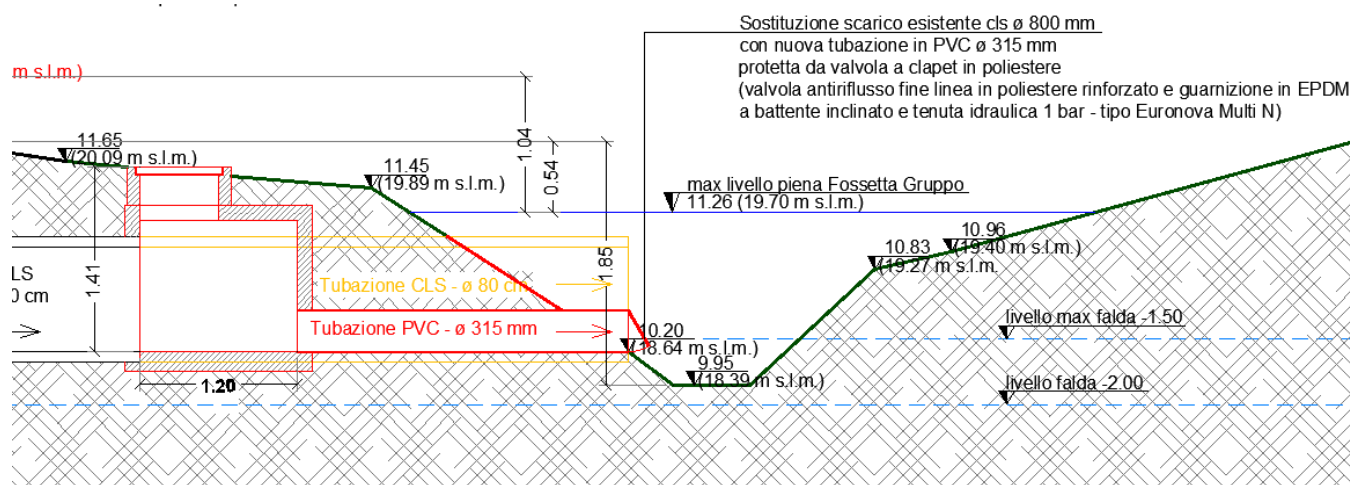


Figura 18 – Intercettazione scarico esistente S4 e formazione di nuova bocca tarata immediatamente a monte del recapito in corso d'acqua superficiale.



Figura 19 – Esempio di valvola antiriflusso fine linea.

Tabella 7 – Verifica idraulica delle tratte della rete fognaria meteorica al servizio dell'insediamento indagato – evento meteorico T_R 25 anni.

Scarico	Materiale	Pendenza	Diametro DN (mm)	Capacità di deflusso Q_{max} (l/s)	Portata meteorica di piena Q_c (l/s)	Portata limite allo scarico Q_{LIM} (l/s)
Sn7 - troppo pieno	PVC	0.001	110	2.00	56.54	≈ 2.00
S4 esistente	CLS	0.002	800	577.58	778.63	≈ 33.00
S4 a seguito riconfigurazione	PVC	0.001	315	33.11	778.63	≈ 33.00
S3	PVC	0.003	315	57.35	55.48	≈ 2.00

7.5 VOLUME DI INVASO

Come detto le acque meteoriche dell'insediamento indagato, recapitano da ultimo nel reticolo di scolo di competenza del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (CBEC).

In base al relativo regolamento, le acque meteoriche possono recapitare nel reticolo di scolo e di bonifica consortile nel rispetto di una prefissata portata limite di scarico.

Il rispetto di tale limite di portata comporta l'adozione di un volume di invaso atto a contenere l'eccesso di portata meteorica di piena. Tipicamente il volume di invaso viene garantito da vasche o bacini di laminazione, realizzati interrati o fuori terra, in funzione della disponibilità di area residua libera e delle condizioni operative. Nel caso specifico, il volume di laminazione è stato suddiviso in più opere di invaso, caratterizzate da diverse tipologie costruttive, così come descritto nel capitolo precedente (§ cap. 6.3).

Per il territorio di Carpi il limite di portata allo scarico nel reticolo di bonifica è stato indicato dal regolamento del CBEC in: **10 l/s per ettaro** di superficie contribuyente per un evento meteorico associato ad un tempo di ritorno di 50 anni (**punto 23** della richiesta di integrazioni a seguito CdS dell'istruttoria PAUR).

Considerando tale limite per gli scarichi terminali esistenti **S4** (scarico meteorico principale impianto) e **S3** (solo parte dei pluviali dell'edificio produttivo esistente non interessato dall'intervento di revamping) dell'impianto e per il nuovo scarico di troppo pieno **Sn7**, si ottiene una portata di scarico massima consentita di circa 37.00 l/s, contro una portata meteorica di piena di quasi 900 l/s.

Per la verifica idraulica delle diverse opere di invaso previste al servizio dell'impianto, si è stato fatto riferimento alla seguente equazione di continuità, valutata per eventi meteorici di differente durata t (con un limite di un'ora, giudicato ampiamente cautelativo in quanto il tempo di corrivazione del bacino risulta inferiore a 20 minuti):

$$V_A(t) = V_{IN}(t) - V_{OUT}(t) \quad (9)$$

dove:

$V_A(t)$ è il volume d'acqua da accumulare all'interno del dispositivo di laminazione;

$V_{IN}(t)$ è il volume d'acqua meteorica affluente al dispositivo di laminazione;

$V_{OUT}(t)$ è il volume d'acqua in uscita nel ricettore all'istante t a partire dall'inizio della pioggia.

Il volume d'acqua complessivamente affluente al sistema di laminazione può essere calcolato con la seguente formula, a fronte dell'ipotesi di diverse durate di pioggia t :

$$V_{IN}(t) = A_{TOT} \cdot \varphi_m \cdot a(T_{50}) \cdot t^{n(T_{50})} \quad (10)$$

dove:

A_{TOT} superficie complessiva del bacino servito linee fognarie, così come riportato nella Tabella 5 (m²);

φ_m coeff. afflusso-deflussi medio del bacino servito dalle linee fognarie, così come riportato nella Tabella 5 (-);

a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica di Carpi (BG) associata ad un tempo di ritorno di 50 anni, così come riportato nella Tabella 4 (-);

t durata dell'evento meteorico, assunto variabile fino a 60 min, considerando il tempo di corrivazione del bacino drenato (h).

Il volume d'acqua in uscita dal sistema di laminazione, caratterizzato da una portata regolata, corrispondente alla portata limite allo scarico:

$$V_{OUT}(t) = A_{TOT} \cdot \varphi_m \cdot 10 \frac{l}{s \cdot ha} \cdot t \quad (11)$$

dove:

- A_{TOT} superficie complessiva del bacino servito linee fognarie, così come riportato nella Tabella 5 (m^2);
- φ_m coeff. afflusso-deflussi medio del bacino servito dalle linee fognarie, così come riportato nella Tabella 5 (-);
- 10 prefissata portata limite allo scarico di 10 l/s ettaro impermeabile.
- T durata dell'evento meteorico, assunto pari nel caso specifico a 30 min, considerando il tempo di corrivazione del bacino drenato (h).

Nella Tabella 8, Tabella 9, Tabella 10 e Tabella 11 sono stati riportati i volumi meteorici, meteorici, di scarico e di invaso, al variare della durata di pioggia, per ciascuno sistema di invaso di progetto, codificati rispettivamente come manufatti 2, 3, 4 e 5.

Tabella 8 – Manufatto invaso 2 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico V_{IN} (m^3)	Volume scarico V_{OUT} (m^3)	Volume invaso V_A (m^3)
10	26.9	0.5	26.4
20	38.1	1.0	37.1
30	46.6	1.5	45.1
40	53.8	2.0	51.8
50	60.2	2.5	57.7
60	65.9	3.0	62.9

Tabella 9 – Manufatto invaso 3 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico $V_{METEORICO}$ (m^3)	Volume infiltrato $V_{INFILTRATO}$ (m^3)	Volume invaso V_{INVASO} (m^3)
10	132.8	2.5	130.3
20	187.9	5.00	182.9
30	230.1	7.5	222.6
40	265.7	10.0	255.7
50	297.0	12.5	284.5
60	325.4	15.0	310.4

Tabella 10 – Manufatto invaso 4 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico $V_{METEORICO}$ (m^3)	Volume infiltrato $V_{INFILTRATO}$ (m^3)	Volume invaso V_{INVASO} (m^3)
10	356.5	6.7	349.8
20	504.2	13.4	490.8
30	617.5	20.1	597.4
40	713.0	26.8	686.2
50	797.2	33.5	763.6
60	873.2	40.2	833.0

Tabella 11 – Manufatto invaso 5 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico V _{METEORICO} (m ³)	Volume infiltrato V _{INFILTRATO} (m ³)	Volume invaso V _{INVASO} (m ³)
10	563.1	10.6	552.5
20	796.3	21.2	775.1
30	975.3	31.8	943.5
40	1'126.2	42.4	1'083.8
50	1'259.1	52.9	1'206.1
60	1'379.3	63.5	1'315.7

7.6 VOLUME DI DISPERSIONE

Per la verifica dei bacini a cielo aperto (**punto 25** della richiesta di integrazioni a seguito CdS dell'istruttoria PAUR), rispettivamente esistente sul lato nord/ovest dell'impianto e di progetto sul lato sud/est dell'impianto (codificato come manufatto 1), la metodologia di dimensionamento del relativo volume di invaso risulta analogo al capitolo precedente, con l'applicazione dell'espressione (9).

L'unica differenza è data dal volume in uscita dal sistema di invaso, che risulta funzione della portata infiltrata. Il volume infiltrato all'istante t nel terreno attraverso la superficie disperdente della struttura è dato dalla seguente espressione:

$$V_{OUT} = K \cdot S_d \cdot t \quad (12)$$

dove:

- K è il coeff. di permeabilità del terreno, posto pari nello specifico a **5 x 10⁻⁶ m/s**, corrispondente ad una permeabilità bassa del terreno (§ 2.4);
- S_d è la superficie disperdente della struttura, rappresentata dalla superficie laterale e di fondo dei manufatti disperdenti (m²).

Nel caso specifico, il bacino a cielo aperto esistente (manufatto 0) presenta una superficie di 2'850 m²; mentre il bacino a cielo aperto di progetto (manufatto 1) una superficie di 325 m².

Applicando l'espressione (12) si ottengono i volumi di invaso riportati nella Tabella 12 e nella Tabella 13.

Le portate infiltrate variano da un massimo di poco più di 14.00 l/s per il bacino esistente ad un minimo di poco meno di 1.70 l/s per il bacino di progetto.

In generale, stante la modesta permeabilità del terreno, i bacini si svuoteranno rispettivamente in circa **3 ore** per il bacino esistente (manufatto 0) e circa **18 ore** per il bacino di progetto (manufatto 1).

Il bacino esistente (manufatto 0), presenta quindi un volume di invaso ampiamente superiore all'evento meteorico di riferimento. A fronte di un volume meteorico associato ad una precipitazione con 50 anni di tempo di ritorno, pari a circa 150 m³, l'invaso presenta un volume di più di 1'400 m³. Il volume disponibile risulta quindi, in grado di invasare più eventi meteorici in serie, con tempi di accadimento inferiori alle 3 ore del tempo stimato per il relativo svuotamento.

Mentre il bacino di progetto 1, presenta un volume complessivo di 150 m³, fino ad un battente di soli 0.50 m, ovvero in grado di invasare fino a 2 eventi meteorici consecutivi di pari intensità (stimato un volume massimo di invaso per evento di 100 m³). Per battenti idrici superiori, il volume di invaso disponibile nel bacino aumenta progressivamente, fino all'attivazione dello scarico di troppo pieno Sn7, corrispondente ad un battente di 1.00 m dal fondo bacino,

raggiungendo il volume di 300 m³. Al raggiungimento di tale riempimento, si attiverà lo scarico Sn7 con recapito nel Rio Remesina, la cui geometria consente il rispetto del prefissato limite allo scarico (nel caso specifico intorno a 2.00 l/s).

Tabella 12 – Manufatto invaso 0 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico V _{METEORICO} (m ³)	Volume infiltrato V _{INFILTRATO} (m ³)	Volume invaso V _{INVASO} (m ³)
10	67	8.6	58.5
20	94.8	17.1	77.7
30	116.1	25.7	90.4
40	134.0	34.2	99.8
50	149.8	42.8	107.1
60	164.1	51.3	112.8

Tabella 13 – Manufatto invaso 1 - calcolo volume di invaso necessario allo smaltimento delle acque meteoriche, al variare della durata di pioggia dell'evento meteorico, associato ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Durata evento meteorico t (minuti)	Volume Meteorico V _{METEORICO} (m ³)	Volume infiltrato V _{INFILTRATO} (m ³)	Volume invaso V _{INVASO} (m ³)
10	44.2	1.0	43.2
20	62.5	2.0	60.6
30	76.6	2.9	73.7
40	88.5	3.9	84.6
50	98.9	4.9	94.0
60	108.3	5.9	102.5

7.7 VERIFICA MANUFATTI

Nel presente capitolo si ricostruisce il volume di invaso disponibile nei diversi manufatti di progetto, dimensionati come da capitoli precedenti.

Negli **elaborati grafici RF.2.1 e RF.2.2** si riportano dei dettagli delle opere di invaso previste, con le principali dimensioni delle stesse, a dimostrazione dei volumi di invaso disponibili.

Nello specifico:

- **manufatto 0** – bacino a cielo aperto esistente: depressione del terreno in terra, con fondo e sponde inerbite, di superficie 2'850 m² e profondità media di 0.50 m - per un volume di invaso disponibile di 1'425 m³;
- **manufatto 1** – bacino a cielo aperto di progetto: depressione del terreno in terra, con fondo e sponde inerbite, di superficie 325 m² e profondità massima di 1.50 m - per un volume di invaso disponibile di 450 m³ ed un massimo invaso di 300 m², prima dell'attivazione dello scarico di troppo pieno Sn7;
- **manufatto 2** – trincea interrata costituita da elementi pref. affiancati alloggiati in trincea – delle dimensioni in pianta 16.00x9.60 m di altezza totale 1.20 m dal p.c., di cui 0.70 m utili ai fini dell'invaso – nello specifico l'invaso risulta dato da circa 50 m³ di vuoto degli elementi pref. affiancati in 20 colonne da 9.60 m di lunghezza e da circa 25 m³ di vuoti della ghiaia di sottofondo, rinfianco, ricoprimento della trincea di alloggiamento di tali manufatti, per un volume di invaso complessivo di 75 m³;

- manufatto 3 – vasca interrata in c.a. in opera – delle dimensioni interne di 21.00x8.00 m ed altezza totale 3.20 m, di cui 2.00 m utile ai fini dell'invaso e 2.50 m di altezza interna del manufatto - per un volume complessivo di 420 m³ di cui 336 m³ utile (livello sotto tubazione in ingresso di alimentazione);
- manufatto 4 – collettore di grandi dimensioni in linea costituito da elementi scatolari pref. in c.a. – dello sviluppo di 280 m e della sezione utile di 2.50x1.00 m – per un volume di invaso disponibile di 700 m³;
- manufatto 5 - vasca interrata in c.a. in opera – delle dimensioni interne di 48.90x11.40 m ed altezza totale 3.30 m, di cui 2.00 m utile ai fini dell'invaso e 2.60 m di altezza interna del manufatto - per un volume complessivo di 1'450 m³ di cui 1'115 m³ utile (livello sotto tubazione in ingresso di alimentazione);

Utilizzando il limite di portata in uscita consentita, si ottiene un massimo volume meteorico complessivo di invaso necessario per rispettare la portata limite richiesta, riportato nella per ciascun manufatto di progetto. Nella stessa tabella sono stati anche indicati i volumi utili garantiti dalle opere in progetto, in base alla relativa geometria.

Come si evince (Tabella 14), complessivamente la rete fognaria meteorica verrà dotata di un volume di invaso di **2'500 m³**, corrispondenti ad un volume specifico di invaso rispetto alla superficie drenata di circa 700 m³ per ettaro impermeabile contribuente. Se si considera l'ulteriore volume disponibile nei manufatti di progetto, che comporta il parziale riempimento della rete fognaria meteorica afferente, in casi di eventi meteorici estremi, tale volume aumenta fino a quasi 3'100 m³, ampiamente superiore ai volumi meteorici attesi.

Nella determinazione del volume invasabile, si sono del tutto trascurate le potenzialità di invaso date dal bacino afferente alla rete e dalla rete stessa, vale a dire i potenziali accumuli all'interno dei piccoli invasi superficiali (piazzale dotato di una pendenza e quindi potenzialmente di un volume di invaso superficiale) e dei condotti di raccolta delle acque meteoriche (volume di invaso delle tubazioni e dei pozzetti di ispezione).

Tabella 14 – Volume di invaso meteorico dei bacini di laminazione di progetto.

Opera di invaso	Area Impermeabile A _{IMP} (m ²)	Volume invaso meteorico V _{VA} (m ³)	Volume utile invaso progetto V _{UTILE} (m ³)	Volume totale invaso progetto V _{UTILE} (m ³)
0 – bacino a cielo aperto esistente	2'100	113	1'425	1'425
1 – bacino a cielo aperto (Sn7)	1'386	103	300 (per battente 1.00 m da fondo – attivazione Sn7)	450
2 – trincea ad elementi modulari (Sn7)	844	63	75	75
3 – vasca interrata recupero silicati (S4)	4'163	310	336	420
4 – collettore scatolare (S4)	11'172	833	700	700
5 – vasca interrata trattamento (S4)	17'647	1'316	1'115	1'450
Totale impianto progetto	35'212	2'629	2'526	3'095

7.8 BOCCHE TARATE DI SCARICO

Le portate di scarico verranno laminate, rispettivamente:

- per lo scarico meteorico principale dell'impianto **S4** mediante l'installazione di elettropompe, per lo svuotamento della vasca interrata terminale, dove si prevede anche il trattamento, in grado di rilanciare una portata massima di 33 l/s – oltre a tale accorgimento, come richiesto al punto 27 delle richieste di integrazioni emerse in CdS del procedimento PAUR, si è proceduto, inoltre, ad una riconfigurazione dello scarico terminale in corso d'acqua superficiale, inserendo una bocca tarata, ovvero interponendo immediatamente a monte del recapito in corso d'acqua un tronchetto di scarico \varnothing 315 mm in grado di recapitare a pelo libero una massima portata di 33 l/s (§ 7.4);
- per lo scarico meteorico nuovo dell'ampliamento **Sn7** mediante una tubazione di piccolo diametro \varnothing 110 mm, che si attiverà solo al raggiungimento di un livello nel bacino a cielo aperto ampiamente superiore a quello considerato nel calcolo dell'invaso utile (a garanzia della disponibilità di un ulteriore volume di invaso, pari almeno al doppio di quello calcolato nel progetto). Tale scarico in caso di attivazione, funzionerà a pelo libero, scaricando una massima portata a moto uniforme di 2.00 l/s, analoga alla prefissata portata limite allo scarico in corso d'acqua da rispettare (§ 7.4), così come richiesto al **punto 28** della richiesta di integrazioni in sede di CdS dell'istruttoria PAUR.

Si ricorda, inoltre, che parte delle acque di scarico S4, a valle del trattamento, potrebbero essere riutilizzate nell'impianto nell'edificio destinato al recupero del vetro. Quest'acqua di recupero verrebbe di fatto persa con il prodotto finale, e non verrebbe quindi più recapitata in corso d'acqua.

Tale detrazione di portata non è stata considerata prudenzialmente nelle stime eseguite, non conoscendo di fatto l'andamento delle precipitazioni, rispetto alla giornata lavorativa tipo; ma potrebbe incidere comunque significativamente, considerando, infatti, che lo scarico S4 ha a disposizione un volume complessivo di invaso di ben 2'151 m³. Rispetto alla relativa portata massima di scarico di 33 l/s, tale volume di invaso complessivo si svuoterebbero in circa 18 ore, un termine temporale compatibile con la possibilità di riutilizzo dell'acqua nel processo produttivo, in caso di eventi meteorici intensi ma di breve durata.

7.9 SISTEMI DI PROTEZIONE IN CASO INCENDIO

Come anticipato, l'attuale rete fognaria al servizio dell'impianto esistente risulta dotata di una vasca interrata di prima pioggia, del volume utile di circa 70 m³ (§ 3.2).

Nell'ambito del progetto di revamping dell'impianto, tale vasca di prima pioggia verrà di fatto sostituita dalla vasca in c.a. in terra di progetto (codificata come manufatto 5), in cui verranno convogliate tutte le acque meteoriche del piazzale dell'impianto, per il relativo trattamento, prima del recapito in corso d'acqua superficiale.

La vasca di prima pioggia esistente verrà tuttavia mantenuta, come invaso di emergenza in caso di incendio.

In particolare, in caso di incendio, sarà possibile deviare le eventuali acque di spegnimento dell'incendio, raccolte dalle caditoie del piazzale, nella predetta vasca di prima pioggia, attraverso l'azionamento di due paratoie, poste in corrispondenza del pozzetto di alimentazione della stessa vasca.

In caso di spegnimento incendio, si chiuderà la paratoia (normalmente aperta) che recapita alla vasca terminale di trattamento (manufatto 5) e si aprirà la paratoia (normalmente chiusa) che recapita nella vasca di prima pioggia esistente.

Analogo sistema di deviazione delle acque si prevede all'estremità di valle del collettore scatolare (manufatto 4) prima dell'immissione della vasca terminale di trattamento (manufatto 5). Anche in questo caso la paratoia (normalmente aperta) che consente il deflusso delle acque raccolte verso la vasca terminale di trattamento (manufatto 5) verrà chiusa in caso di incendio, e verrà aperta la paratoia (normalmente chiusa) che collega lo scatolare alla vasca di prima pioggia.

Le paratoie a strisciamento, sono pensate ad installazione a parete ed apertura manuale, mediante volantino e vite non saliente. Il gestore dell'impianto potrà nel caso valutare l'attivazione automatica delle paratoie, attraverso l'installazione di un attuttore elettrico su ciascuna paratoia, comandato da un eventuale segnale di allarme in caso di incendio, in modo che possa attivarsi anche in caso di mancanza di personale.

Si segnala in ogni caso, che stante i volumi significativi di invaso disponibili nella nuova rete fognaria meteorica, eventuali sversamenti verrebbero comunque trattenuti all'interno di tali volumi.

Nella Figura 21 si riporta la pianta del pozzetto di regolazione delle portate in caso di spegnimento incendio, in testa alla vasca di prima pioggia esistente.

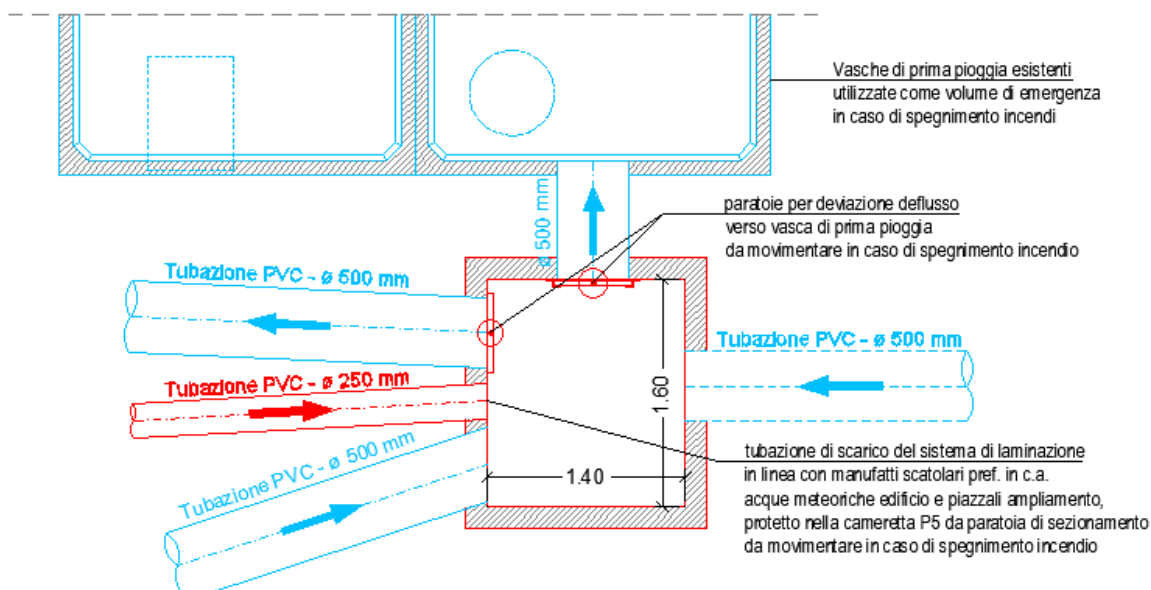


Figura 20 – Pianta della camera di manovra in testa alla vasca di prima pioggia in caso di incendio con possibilità di deviazione delle acque raccolte in caso di incendio, attraverso l'apertura e chiusura di due paratoie a strisciamento.

8 OFFICIOSITÀ IDRAULICA DEL RIO REMESINA

8.1 PORTATA DI DEFLUSSO

Nel presente capitolo, come richiesto al **punto 29** della richiesta di integrazioni a seguito della CdS del PAUR, si verifica l'officiosità idraulica del Rio Remesina ed in particolare del collegamento idraulico tra lo stesso e il Fossetta Gruppo, in funzione delle portate meteoriche scaricate in corso d'acqua superficiale, nella configurazione di progetto.

In base al dimensionamento delle misure di invarianza, l'impianto in esame nella configurazione finale di progetto recapiterà in corso d'acqua superficiale, Rio Remesina, una massima portata limite di scarico di **37.00 l/s** (0.037 m³/s), attraverso gli scarichi regolati S4, S3 e Sn7 (nell'ipotesi cautelativa che anche lo scarico Sn7 di troppo pieno si possa attivare).

Tuttavia essendo lo scarico esistente S3 non regolato, si procede anche ad una verifica idraulica del ricettore Rio Remesina per una portata massima di scarico di **90.00 l/s** (0.090 m³/s), data dalla portata limite allo scarico dell'impianto nella configurazione di progetto (scarico terminale principale S4 e scarico di troppo pieno Sn7 attivo, pari a 35.00 l/s) e la portata meteorica di piena dello scarico S3 esistente (pari a circa 55 l/s - § 7.3).

8.2 CONSISTENZA RIO REMESINA

Il Rio Remesina è un canale a cielo aperto in terra, a sezione trapezoidale, con fondo e sponde inerbite.

La relativa sezione tipo presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- Larghezza base 0.6 m
- Scarpa 1.3:1
- Pendenza 0.2%
- Materiale del fondo: erba, si ipotizza coeff. di Manning pari a 0.06 s/m^{1/3}

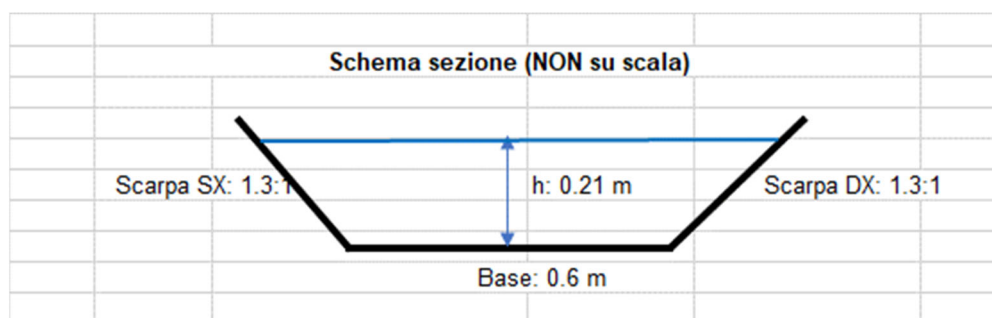


Figura 21 – Sezione tipo di deflusso Rio Remesina considerata nelle verifiche idrauliche sviluppate.

8.3 CAPACITÀ IDRAULICA RIO REMESINA

La nota equazione di Manning-Strickler consente di calcolare la portata transitabile in un canale in condizioni di moto uniforme (equilibrio dinamico in cui le perdite di carico sono bilanciate dalle forze gravitazionali che inducono il moto) a partire da geometria del canale, pendenza e scabrezza.

$$Q = \frac{AR^{2/3}\sqrt{i}}{n} \quad (13)$$

dove:

- Q portata defluente (m^3/s);
- A sezione bagnata (m^2);
- R raggio idraulico, dato da A/P (con P perimetro bagnato) (m);
- i pendenza (-);
- n coeff. di scabrezza di Manning, pari a $1/K_s$ nella notazione di Strickler ($\text{s}/\text{m}^{1/3}$).

I valori di scabrezza utilizzati variano a seconda dell'intervento e delle condizioni al contorno.

- K_s coeff. di scabrezza ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$), nel caso specifico assunto pari $16.67 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, valore giudicato particolarmente cautelativo.

Utilizzando la formula di Manning, per la portata di deflusso di scarico rispettivamente di $0.037 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$, si ottengono dei battenti idrici di **0.21 m** e **0.33 m**, a fronte di una profondità massima disponibile all'interno dello stesso variabile tra 1.3 e 2.2 m, garantendo quindi un franco minimo di oltre 1 m rispetto alle superfici carrabili su entrambe le sponde.

L'efficienza idraulica del Rio Remesina nell'attuale configurazione risulta, quindi, ampiamente compatibile con le portate di scarico previste provenienti dall'impianto in esame.

B.4 CONSISTENZA COLLEGAMENTO FOSSETTA GRUPPO

Nella Figura 22 si riporta la conformazione del collegamento idraulico tra Rio Remesina e Fossetta Gruppo. Si tratta di una tubazione in cls $\varnothing 60 \text{ cm}$, dello sviluppo di circa 12.00 ml e, di fatto, a pendenza pressoché nulla, con una leggera contropendenza essendo l'imbocco alla quota di 18.18 m s.l.m. e lo sbocco a 18.20 m s.l.m..

Si trova a circa 2.40 m di profondità dal piano stradale, presentando quindi un franco superiore a 1.40 rispetto alla sede stradale. In corrispondenza del cielo della tubazione è presente un muretto in mattoni di contenimento della scarpata in terra del rilevato stradale.

Si colloca in corrispondenza del limite nord dell'insediamento di proprietà, poco a valle dello scarico meteorico principale dell'impianto codificato come S4.

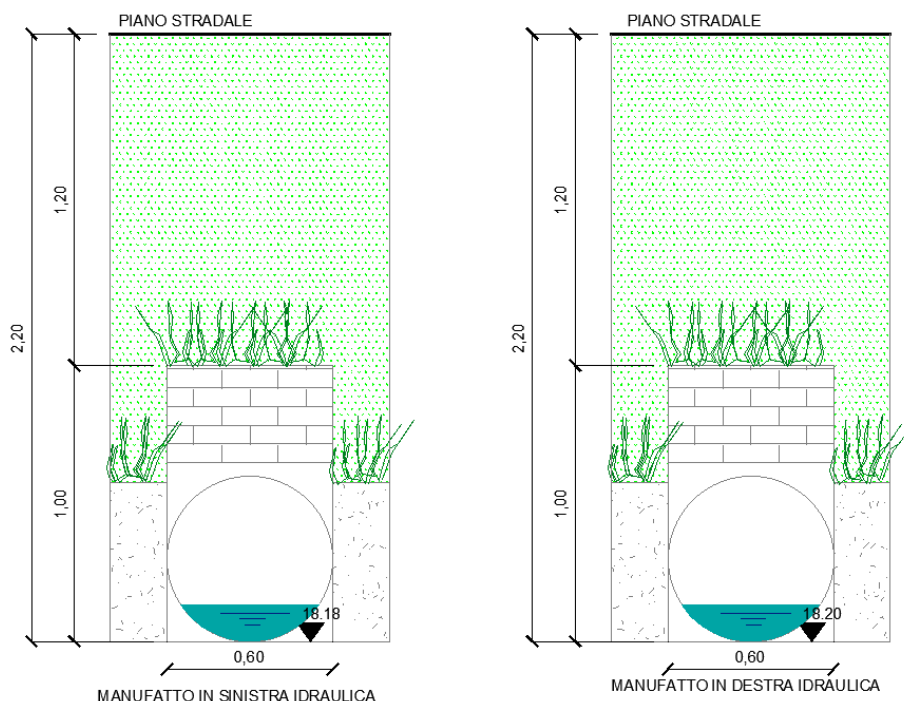


Figura 22 – Manufatto di collegamento tra Rio Remesina e Fossetta Gruppo in attraversamento a via Remesina.

La strada è posta ad una quota di 20.66 m slm, dunque circa 2.4 m al di sopra del fondo del canale.

Le caratteristiche geometriche della Fossetta Gruppo sono le seguenti:

- Larghezza base 2 m
- Scarpa 1:1
- Pendenza 0.1%
- Materiale del fondo: erba, si ipotizza coeff. di Manning pari a $0.06 \text{ s/m}^{1/3}$

8.5 CAPACITÀ IDRAULICA COLLEGAMENTO FOSSETTA GRUPPO

Il software HY-8 (versione 7.50), è stato prodotto dalla Federal Highway Administration (FHWA) degli Stati Uniti d'America appositamente per l'analisi idraulica di tombotti ed attraversamenti stradali.

Richiede le seguenti informazioni:

- Quote di superficie stradale, imbocco, sbocco del tubo
- Lunghezza, diametro e materiale del tubo
- Forma e scabrezza del canale a valle, per analizzare eventuali effetti di rigurgito
- Portata di progetto

I calcoli vengono svolti a portata costante, ma possono essere inseriti diversi valori di portata. Il programma, utilizzando un processo di calcolo iterativo, consente quindi di verificare se il manufatto oggetto dell'analisi ha capacità idraulica sufficiente.

Nello specifico, il software è in grado di restituire i seguenti parametri:

- Altezza pelo libero a monte e a valle del tombotto
- Altezza pelo libero lungo il tombotto
- Quantità del deflusso transitante nel tombotto (qualora sottodimensionato)

Stando alle risultanze del software al caso specifico, la tombinatura indagata risulta avere capacità sufficiente per la portata di deflusso di progetto.

La quota della superficie libera a monte dell'attraversamento è 18.39 m s.l.m., che corrisponde ad una profondità massima di **0.21 m** (Figura 23), per la portata limite allo scarico di $0.037 \text{ m}^3/\text{s}$.

La quota della superficie libera a monte dell'attraversamento è 18.50 m s.l.m., che corrisponde ad una profondità massima di **0.32 m** (Figura 24), per la portata massima allo scarico di $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella Tabella 15 si riporta una sintesi delle risultanze ottenute, relativamente alla verifica dell'ufficiosità idraulica del ricevitore Rio Remesina, che risulta ampiamente compatibile, rispetto ai livelli di deflusso attesi.

Tabella 15 – Battenti idrici nel Rio Remesina al variare della portata di scarico dell'impianto.

Portata di scarico	Battente idrico Sezione tipo Rio Remesina	Battente idrico collegamento Rio Remesina Fossetta Gruppo
Portata limite di scarico – 37 l/s	0.21	0.21
Massima portata di scarico – 90 l/s	0.33	0.32

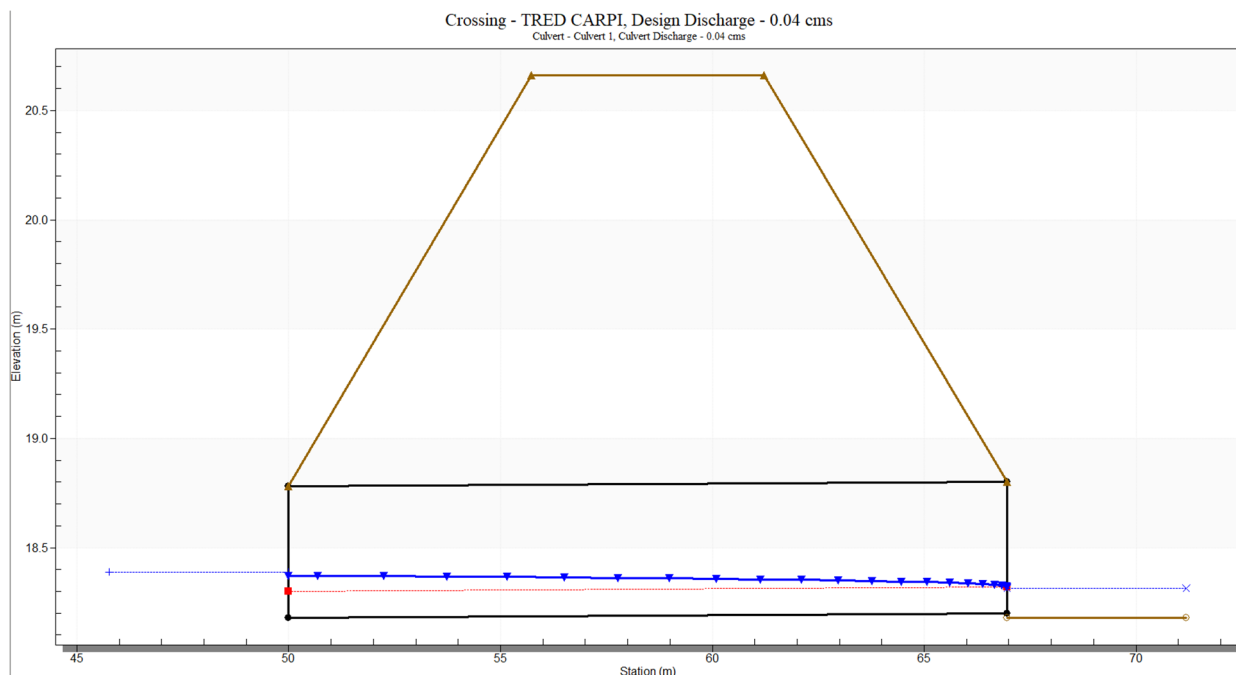


Figura 23 – Restituzione grafica della verifica del tombotto indagato di collegamento idraulico tra il Rio Remesina e il Fossetta Gruppo – per una portata di deflusso di $0.037 \text{ m}^3/\text{s}$.

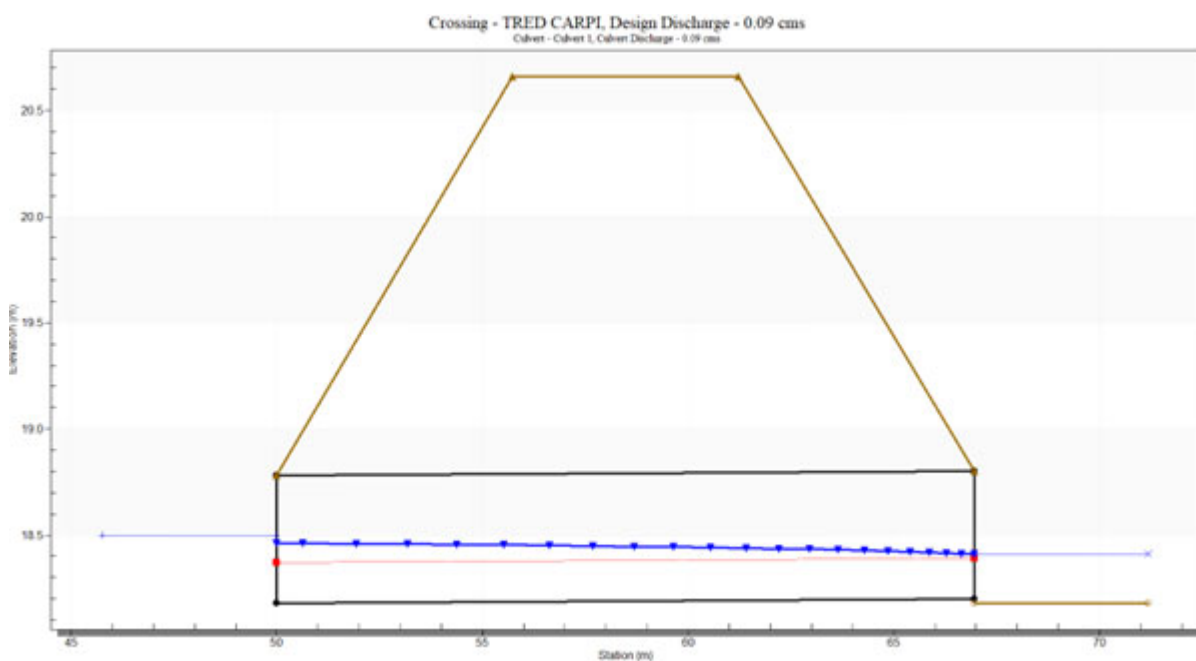


Figura 24 – Restituzione grafica della verifica del tombotto indagato di collegamento idraulico tra il Rio Remesina e il Fossetta Gruppo -- per una portata di deflusso di $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$.

9 CONCLUSIONI

Il progetto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dell'impianto nella relativa configurazione di progetto, descritto nei capitoli precedenti, prevede una serie di interventi atti a garantire, di fatto, l'invarianza idraulica del nuovo impianto, sia della frazione in ampliamento che della frazione esistente.

In sintesi, l'intervento di progetto prevede infatti:

- la realizzazione, laddove tecnicamente ed amministrativamente possibile (aree non soggette a dilavamento inquinanti) di pavimentazioni permeabili in erba-block o autobloccante, per favorire la dispersione delle acque meteoriche su suolo;
- il riordino fognario generale dell'impianto, con la realizzazione di nuovi rami fognari e nuove opere di laminazione, con contestuale intercettazione dei rami fognari esistenti;
- la semplificazione dell'attuale schema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, con l'eliminazione di alcuni scarichi meteorici in corso d'acqua superficiale e l'accorpamento al termine dei lavori di riordino in n. 3 scarichi terminali, con recapito nel reticolo idrico di bonifica (Fossetta Gruppo attraverso il collegamento con il canale Rio Remesina), codificati come S4, S3 e Sn7 (di cui quest'ultimo solo come troppo pieno);
- il mantenimento del bacino a cielo aperto posto a nord/ovest dell'impianto, al servizio della copertura di un nuovo edificio (edificio 1), con esclusivo recapito su suolo;
- la realizzazione di un ulteriore bacino a cielo aperto posto a sud/est dell'impianto, al servizio della copertura degli edifici esistenti riqualificati ad ufficio e locali servizi (edifici 6 e 7), con recapito su suolo e scarico di troppo pieno del Rio Remesina (scarico Sn7);
- la realizzazione di una serie articolata di nuove opere di laminazione al servizio dell'impianto (quali trincee interrato costituite da elementi pref. di idoneo volume di invaso, vasche interrato in c.a., collettore di grandi dimensioni interrato con duplice funzione di raccolta e laminazione delle acque meteoriche), attualmente non dotato di sistemi di laminazione, che nella configurazione di progetto prevede l'adozione di un volume di invaso complessivo di circa 2'500 m³ che presenta un ulteriore polmone fino a 3'000 m³, invasando in minima parte la rete fognaria afferente;
- il riutilizzo delle acque meteoriche raccolte e trattate nel processo produttivo, fino ad un consumo idrico stimato di 9'600 m³/anno.

Per le considerazioni qualitative prima elencate, così come richiesto nel **punto 48** della richiesta di integrazioni a seguito della CdS del PAUR, il presente progetto di drenaggio delle acque meteoriche del nuovo impianto prevede in ordine di priorità (ai sensi del punto 3.5 della DGR 1860/2006):

- a. l'adozione di sistemi per la dispersione in loco delle acque meteoriche non suscettibili di contaminazione, mediante nello specifico:
 - l'adozione di pavimentazione permeabile in erba-block e autobloccante nei parcheggi adibiti a sosta dei veicoli dipendenti e nei camminamenti pedonali perimetrali agli edifici 6 e 7;
 - il mantenimento di un bacino a cielo aperto in terra (manufatto 0), con fondo e scarpate disperdenti in corrispondenza dell'angolo nord/ovest dell'impianto, al servizio dell'edificio 1;
 - la formazione di un nuovo bacino a cielo aperto in terra (manufatto 1) con fondo e scarpate disperdenti, in corrispondenza dell'angolo sud/est dell'impianto, al servizio delle coperture degli edifici 6 e 7.
- b. la realizzazione di sistemi di accumulo permanente e semipermanente delle medesime acque meteoriche, con funzione di laminazione delle portate, mediante nello specifico:
 - la formazione di una trincea interrata (manufatto 2), costituita dall'assemblaggio in orizzontale di elementi modulari pref. in pead, affiancati in colonne ed alloggiati in una trincea di scavo, riempita con materiale ghiaioso (75 m³) e protetta da tessuto non tessuto lungo il perimetro, al servizio dei parcheggi in autobloccanti/green block vicino agli edifici 6 e 7, con scarico di troppo pieno nel vicino manufatto 1.
 - la formazione di una vasca interrata in c.a. in opera (manufatto 3) di grande volume (420 m³), in cui verranno recapitate le acque meteoriche dell'edificio 4, prima del loro corretto trattamento e smaltimento, con scarico regolato da impianto di pompaggio, nel rispetto del prefissato limite allo scarico di 10 l/s ettaro

impermeabile richiesto dal Consorzio di Bonifica Emilia Centrale – la vasca verrà svuotata nella stessa rete fognaria meteorica di cui ai punti successivi afferente da ultimo allo scarico S4;

- la formazione di una vasca interrata in c.a. in opera (manufatto 5) di grande volume ($1'450 \text{ m}^3$), in cui verranno recapitate le acque meteoriche di dilavamento dell'intero piazzale dell'insediamento e la copertura dell'edificio 2 e parzialmente dell'edificio esistente. Lo svuotamento della vasca avverrà mediante impianto di pompaggio, che garantirà il rispetto del prefissato limite allo scarico di 10 l/s ettaro impermeabile, con recapito terminale da ultimo allo scarico meteorico S4. Oltre alla taratura dell'impianto di pompaggio, si prevede di riconfigurare lo scarico S4, mediante riduzione dell'attuale sezione di scarico ed inserimento di tronchetto di sezione inferiore (bocca tarata) – la vasca svolge anche funzione di stoccaggio temporaneo delle acque meteoriche raccolte, per il relativo trattamento, prima dell'immissione in ambiente;

- c. il sovradimensionamento delle reti di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche – tale accorgimento è stato adottato per la raccolta e contestualmente l'invaso in linea delle acque meteoriche dell'intero piazzale dell'insediamento, che devono necessariamente essere raccolte ed avviate al trattamento nel bacino 5 – in particolare si prevede la posa di un collettore di grandi dimensioni (scatolare pref. in c.a. $2.50 \times 1.00 \text{ m}$ di sezione utile interna, posato lungo tutto lo sviluppo del piazzale fino all'immissione nella vasca volano di trattamento, cui al punto precedente b., per un volume di invasore complessivo di 700 m^3 (manufatto 4);
- d. realizzazione all'interno dell'area di pertinenza di invasi di laminazione a cielo aperto, destinati a compensare le sole portate residue dopo l'applicazione dei sistemi predetti, progettati, realizzati, mantenuti e gestiti in modo da garantire, in fase di esercizio, il completo deflusso delle acque invase non oltre le 24/48 ore (nessun ristagno ammesso) e di scongiurare la proliferazione di animali infestanti.

Nel caso specifico, come descritto al punto a. del presente elenco, il primo bacino a cielo aperto esistente (manufatto 0) consente la dispersione delle acque meteoriche raccolte per evento di piena associato ad un tempo di ritorno di 50 anni entro 3 ore (§ 7.6), per cui entro le 24/48 ore richieste.

Analogamente il secondo bacino a cielo aperto di progetto (manufatto 1), in caso di evento meteorico di piena associato ad un tempo di ritorno di 50 anni, si svuoterebbe entro le 18 ore, per cui entro le 24/48 ore richieste.

Bergamo, maggio 2024



Dott. Ing. Elena Arlati
