



Comune di Ferrara

PUA area ex Alc.Este

Piano Urbanistico Attuativo per la rigenerazione
del comparto urbanistico dell'area ex distilleria
via L. Turchi

Committente: Real Estate Ferrara srl

Data: ottobre 2018 con integrazioni

U-31

Relazione illustrativa impianti
e di invarianza idraulica

progettazione urbanistica

WNA architects

arch. Walter Nicolino

LBLA + partners

arch. Gabriele Lelli

arch. Roberta Bandini

progettazione infrastrutturale

studio acustico

dott. Marco Pavan

ArchLiving srl

ing. Gianluca Loffredo

ing. Cristiano Bignozzi

geologia-geotecnica

dott. geol. Linda Collina

INDICE

1	INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME	2
1.1	UBICAZIONE DELL'AREA	2
1.1.1	Inquadramento catastale	4
2	RELAZIONE ILLUSTRATIVA SOTTOSERVIZI	5
2.1	SMALTIMENTO ACQUE REFLUE NERE	5
2.1.1	Posa delle tubazioni	5
2.1.2	Ispezionabilità della rete	5
2.1.3	Parametri di calcolo portate in efflusso	6
2.1.4	Dimensionamento dei collettori principali	7
2.2	ADDUZIONE ACQUA POTABILE, GAS METANO, Teleriscaldamento	9
2.3	RETI IMPIANTI ELETTRICI	10
2.3.1	Illuminazione pubblica	10
2.3.2	Contenimento dell'inquinamento luminoso	10
2.3.3	Rete energia elettrica	12
2.3.4	Rete telefonica	13
2.3.5	Impianti esistenti	13
2.3.6	Servizi aggiuntivi	13
2.3.7	Normativa di riferimento	14
3	INVARIANZA IDRAULICA E GESTIONE ACQUE METEORICHE	18
3.1	COMPETENZE IDRICHE	18
3.1.1	Consorzio di Bonifica	18
3.1.2	Strutture Autorizzazioni e Concessioni (SAC)	18
3.1.3	Servizio Area Reno e Po di Volano	19
3.2	DATI METEOCLIMATICI DELLA ZONA	21
3.2.1	Piovosità	22
3.2.2	Temperatura	22
3.2.3	Velocità del vento	25
3.3	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE	26
3.4	SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE BIANCHE	34
3.5	DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI D'INVASO	35
3.5.1	Criteri di calcolo del volume minimo d'invaso	35
3.5.2	Superficie permeabile ed impermeabile pre intervento	36
3.5.3	Superficie permeabile ed impermeabile post intervento	39
3.5.4	Calcolo volume minimo di invaso	40
3.5.5	Capacità di invaso della rete interna di raccolta	41
3.5.6	Valutazioni sullo smaltimento diretto al suolo delle acque meteoriche	42
3.6	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI SCOLO DELLE ACQUE BIANCHE	48
3.6.1	Criteri adottati per il calcolo ed il dimensionamento della rete scolante	48
3.6.2	Calcolo delle portate di afflusso	50
3.7	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE SCOLANTE	51

1 INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME

1.1 Ubicazione dell'area

L'area dell'ex Distilleria è situata nel Comune di Ferrara in via Luigi Turchi n.18 e ricade nel Foglio 185 "Ferrara" dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:50.000 (v. Fig. 1.1).

L'area è ubicata ad ovest rispetto al centro urbano, a circa 2,3 Km dallo stesso, e confina ad est con il canale Boicelli, a sud con il canale Burana, ad ovest con un'area agricola, a nord con nuclei abitativi (v. Fig. 1.2).



Fig. 1.1 – Inquadramento geografico dell'area su ortofoto AGEA 2011. In giallo il confine comunale di Ferrara, in arancione le principali arterie stradali, in nero le linee ferroviarie e cerchiata in rosso l'area d'intervento. Sono riportati anche i quadranti topografici al 50.000 con i rispettivi codici



Fig. 1.2 – Inquadramento dell'area d'intervento, fonte Google Maps

1.1.1 Inquadramento catastale

L'area di intervento è rappresentata al catasto terreni di Ferrara al Foglio 134 Mappali 276, 278, 280 e 940.



Fig. 1.3 – Inquadramento catastale dell'area

2 RELAZIONE ILLUSTRATIVA SOTTOSERVIZI

2.1 SMALTIMENTO ACQUE REFLUE NERE

2.1.1 Posa delle tubazioni

La rete fognaria “acque nere” interrata al di sotto delle strade pubbliche e dei parcheggi pubblici sarà costituita da tubazioni in PVC SN8 di pendenza pari allo 0,3%.

La profondità del piano di posa delle condotte è variabile, in funzione della morfologia del piano campagna, delle confluenze da garantire con gli scorrimenti esistenti e delle pendenze delle condotte.

Le pareti di scavo saranno rinforzate attraverso l'adozione di idonee opere di protezione, in modo da ridurre i rischi per gli operatori durante le fasi di posa in opera delle tubazioni.

Il letto di posa è in sabbione o in stabilizzato per uno spessore di 20 cm; il ricalzo ed il ricoprimento delle tubazioni, sino a 20 cm al di sopra della generatrice superiore delle stesse, è con materiale proveniente dagli scavi pulito, vagliato e frantumato, privo di zolle e pietre ed opportunamente costipato (90% Proctor); il ricoprimento è in materiale proveniente dagli scavi fino alla quota della sovrastruttura stradale.

Tutte le altre reti di scarico saranno di natura privata con oneri a carico del richiedente.

2.1.2 Ispezionabilità della rete

Lungo lo sviluppo dei tratti fognari saranno disposti pozzetti di ispezione, di confluenza, di curva e di salto. Secondo quanto previsto dalla Circolare Min. LL.PP. del 7 gennaio 1974, n. 11633 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale “...i pozzetti di ispezione non potranno distare tra loro più di 20-25 m quando le sezioni non siano praticabili (altezza inferiore a m 1,50) ...”. Per i pozzetti si adotteranno elementi prefabbricati, di dimensioni interne 120x120 cm, che garantiscono sempre una qualità mediamente migliore del manufatto finito rispetto a quello gettato in opera: in particolare si disporrà un elemento di fondo a forma quadrata, all'interno del quale si dovrà modellare il fondo al fine di garantire il regolare deflusso delle acque, una serie di elementi in elevazione in grado di consentire il raggiungimento della quota del terreno, ed infine un elemento di copertura dotato di chiusino d'accesso.

2.1.3 Parametri di calcolo portate in efflusso

La portata media scaricata dalle superfici destinate a spazi abitativi e uffici è calcolata attraverso la seguente formula:

$$Q_{media} [l/s] = \frac{\alpha \cdot d \cdot n}{86400}$$

dove:

- α coeff. di efflusso ($\approx 0,80$);
- d dotazione idrica giornaliera per abitante/utente;
- n numero di abitanti/utenti teorici.

La portata media scaricata dalle superfici destinate a spazi commerciali è calcolata attraverso la seguente formula:

$$Q_{media} [l/s] = \frac{\alpha \cdot d \cdot S}{86400}$$

dove:

- α coeff. di efflusso ($\approx 0,80$);
- d dotazione idrica giornaliera parametrizzata a mq di superficie utile;
- S Superficie totale spazi commerciali.

La portata di picco è calcolata a partire da un fattore di contemporaneità ($K = 3$) da applicare alla portata media.

$$Q_{picco} [l/s] = K \cdot Q_{media}$$

Ai fini della determinazione della dotazione idrica giornaliera sono stati considerati i seguenti parametri specifici per ciascuna destinazione prevista:

- Singolo alloggio: 300,00 l/giorno/abitante (Linee Guida Hera S.p.a.)
- Spazi adibiti a uffici: 95,00 l/giorno/dipendente (North Carolina, Env. Quality)
- Spazi commerciali: 5,33 l/giorno/mq (North Carolina, Env. Quality)

Il numero degli abitanti e degli utenti degli uffici è stato ricavato a partire dai seguenti criteri:

- n. abitanti = (sup. utile destinata a spazi abitativi/100/1,25) x n.4 abitanti (*)
- n. utenti uffici = (sup. utile destinata a uffici) x 0,06 utenti/mq (**)

	Su alloggi [mq]	n. abitanti [-]	Su uffici [mq]	n. dipendenti [-]	Su comm. [mq]	Q media [l/s]	Q picco [l/s]
LOTTO E	1315	42	-	-	-	0,12	0,35
LOTTO F	5981	191	-	-	-	0,53	1,59
LOTTO G	5886	188	2445	147	1877	0,74	2,23
LOTTO H	7440	298	3800	228	2500	1,15	3,45
LOTTO I	4171	133	3090	185	967	0,58	1,74
LOTTO L	5698	182	-	-	-	0,51	1,52
LOTTO M	2730	87	-	-	-	0,24	0,73
LOTTO N	1509	48	-	-	-	0,13	0,40

(*) n. alloggi ricavato ipotizzando una superficie utile media ad alloggio pari a 100 mq, alla quale è stata applicata una maggiorazione del 25% per considerarne l'effettivo ingombro in pianta; per ciascun alloggio sono stati considerati 4 abitanti.

(**) Indice di affollamento ricavato dalla UNI 10339 per uffici singoli.

2.1.4 Dimensionamento dei collettori principali

I collettori di smaltimento delle acque meteoriche sono stati dimensionati in base alla formula di Chézy (ipotesi di moto uniforme in condotte a pelo libero), con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler $C = 120 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ valido per tubazioni in PVC:

$$Q = A \cdot C \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove:

$Q[\text{m}^3/\text{s}]$ portata;

$A[\text{m}^2]$ Superficie della sezione bagnata;

$C[\text{m}^{1/3}/\text{s}]$ coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler;

$R[\text{m}]$ raggio idraulico (A/P);

$i[-]$ pendenza.

Il grado di riempimento massimo imposto è variabile in base alle dimensioni interne della condotta, conformemente alle prescrizioni delle Linee Guida Hera:

Diametro interno D	Grado di riempimento h/d
$D \leq 400\text{mm}$	$H/d \leq 0,5$
$400\text{mm} < D < 600\text{mm}$	$H/d \leq 0,6$
$D \geq 600\text{mm}$	$H/d \leq 0,7$

La velocità ammessa nelle condotte fognarie, secondo le indicazioni della Circolare Min. LL.PP. del 7 gennaio 1974, n. 11633 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale per fognature nere, deve essere compresa tra 0,5 m/s e 4 m/s. Il diametro nominale minimo delle condotte acque nere dovrà comunque essere di 200 mm.

Di seguito i risultati dei calcoli con le portate complessive scaricate da ciascun lotto, nell'ipotesi di inclinazione al 3‰:

Tratto	Portata di picco [l/s]	Pendenza	Velocità [m/s]	Tubazione in PVC	Rigidità anulare	h/D
LOTTO E	0,35	3‰	0,31	200	SN8	0,09
LOTTO F	1,59	3‰	0,45	200	SN8	0,15
LOTTO G	2,23	3‰	0,54	200	SN8	0,21
LOTTO H	3,45	3‰	0,61	200	SN8	0,26
LOTTO I	1,74	3‰	0,50	200	SN8	0,18
LOTTO L	1,52	3‰	0,48	200	SN8	0,17
LOTTO M	0,73	3‰	0,39	200	SN8	0,12
LOTTO N	0,40	3‰	0,32	200	SN8	0,09

Tutti i raccordi di scarico provenienti dai singoli lotti saranno pertanto realizzati con collettori di diametro minimo DN200, come prescritto dalle Linee Guida Hera.

Il collettore fognario pubblico posato al di sotto della strada, a raccolta dei reflui provenienti dai vari lotti, convoglia le acque nere verso il tratto di fognatura attualmente esistente in via Luigi Turchi.

La fognatura pubblica di nuova realizzazione è costituita da un collettore avente DN250, dimensionato in modo da poter convogliare la portata totale dei reflui sversati da tutti i lotti, sempre nell'ipotesi di pendenza al 3‰:

Tratto	Portata di picco [l/s]	Pendenza	Velocità [m/s]	Tubazione in PVC	Rigidità anulare	h/D
COLLETTORE	12,02	3‰	0,86	250	SN8	0,37

2.2 ADDUZIONE ACQUA POTABILE, GAS METANO, TELERISCALDAMENTO

Nelle aree pubbliche oltre alle reti di smaltimento a gravità delle acque reflue (nere e meteoriche) sono previsti altri sottoservizi per il trasporto di fluidi in pressione. Nello specifico saranno posati i seguenti:

- Adduzione acqua potabile – anello chiuso interrato a servire tutti i lotti oggetto dell'urbanizzazione, provvisto di doppia derivazione dalla rete pubblica esistente (via Turchi e via Pontida); la rete fino ai contatori sarà realizzata e posata in conformità alle prescrizioni dell'Ente che gestisce il servizio (Hera S.p.a.);
- Adduzione gas metano – tale vettore energetico sarà destinato prevalentemente all'alimentazione degli apparecchi di cottura negli edifici residenziali, nell'ambito di attività di ristorazione o per gli utenti che ne faranno richiesta. L'anello chiuso interrato a servizio dei lotti oggetto dell'urbanizzazione è provvisto di doppia derivazione dalla rete pubblica esistente (via Turchi e via Pontida); la rete fino ai contatori sarà realizzata e posata in conformità alle prescrizioni dell'Ente che gestisce il servizio (Hera S.p.a.);
- Rete teleriscaldamento – Anello chiuso interrato all'interno del quale è mantenuta in circolo acqua calda (intervallo M/R 90/60°C) durante tutto l'anno, da utilizzare come sorgente di scambio per la produzione di acqua calda sanitaria e/o per la produzione di acqua tecnica calda per il riscaldamento. Tale rete sarà estesa attraverso una derivazione dalla rete pubblica esistente in via Modena, passando attraverso via Pontida, per alimentare i lotti oggetto dell'urbanizzazione mediante due dorsali principali interrate sotto il percorso viabile principale.

2.3 RETI IMPIANTI ELETTRICI

Nell'ambito dell'intervento è prevista la realizzazione ex novo delle reti e opere elettriche di seguito descritte.

2.3.1 Illuminazione pubblica

Le aree pubbliche da illuminare sono essenzialmente quelle relative alla viabilità carraia e ciclabile ordinaria, alle aree di parcheggio e alle aree destinate a verde pubblico.

Gli apparecchi illuminanti saranno montati su palo, equipaggiati con lampade a LED e con diverse tipologie di ottiche scelte in base alle esigenze illuminotecniche dell'area e, in ogni caso, rispondenti alla legge regionale sull'inquinamento luminoso della Regione Emilia Romagna.

Le linee di alimentazione agli apparecchi illuminanti saranno posate entro polifora interrata esclusiva e faranno capo a quadri elettrici di tipo stradale nei quali saranno alloggiate tutte le apparecchiature di protezione delle linee e di gestione dell'illuminazione pubblica.

Il dimensionamento esecutivo dell'impianto, così come i punti di allacciamento e le modalità di collegamento degli apparecchi saranno definiti in accordo con l'ente competente di gestione e manutenzione dell'illuminazione pubblica.

Nelle fasi successive di progettazione tutta la documentazione sarà redatta in base a quanto previsto dal Piano Regolatore di Illuminazione Pubblica del Comune di Ferrara.

Tutte le strade e le aree a servizio pubblico e quelle a servizio privato avranno quadri di alimentazione, linee elettriche e cavidotti separati ed indipendenti.

2.3.2 Contenimento dell'inquinamento luminoso

L'impianto di illuminazione esterna è stato predisposto in ottemperanza alla Delibera di Giunta Regionale n. 2263 del 29 dicembre 2005 "Direttiva per l'applicazione dell'art.2 della legge regionale 29 settembre 2003, n.19 recante: Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" DGR 1732/2015 Terza Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della Legge Regionale 29 settembre 2003, n. 19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

Ai fini dell'applicazione della direttiva sono state applicate le definizioni:

- “Inquinamento luminoso”: ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperde al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e se orientata al di sopra della linea di orizzonte;
- “Riduzione del consumo energetico”: ogni operazione tecnologica con la quale si intende conseguire l’obiettivo di ottenere la stessa produzione di beni o servizi con il minor consumo di energia.

Gli apparecchi nella loro posizione di installazione hanno una distribuzione dell’intensità luminosa massima per $\theta > 90^\circ$, compresa tra 0,00 e 0,49 candele ogni 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; le lampade sono recessate nel vano ottico superiore dell’apparecchio stesso.

Sono stati adottati dispositivi che conseguono impieghi ridotti di potenza elettrica e ridotti costi manutentivi. Tali apparecchi, installati orizzontali e con vetro di protezione piano, devono presentare le seguenti caratteristiche:

- non inquinano e non abbagliano;
- si sporcano meno e sono più facilmente pulibili;
- hanno una minore perdita di efficienza;
- non ingialliscono;
- sono più resistenti anche ad avveni accidentali;
- costano meno;
- non ci sono elementi mobili nell’armatura a rischio di cadute.

I dati principali per l’esecuzione della presente progettazione possono essere suddivisi per punti come segue:

- Destinazione d’uso: Aree residenziali e commerciali
- Vincoli da rispettare di legge: Legge Regionale n. 2263 del 29 dicembre 2005.

L’impianto di illuminazione è posto in aree esterne e sarà realizzato nel rispetto delle Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e delle norme CEI 64-8 sezione 714 in quanto norme di buona tecnica ai fini della regola d’arte. A tal proposito la sezione 714 definisce quanto segue:

- origine dell'impianto elettrico di illuminazione esterna: punto di consegna dell'energia elettrica da parte del distributore o origine del circuito che alimenta l'impianto di illuminazione esterno;
- impianto elettrico di illuminazione esterna: complesso formato dalle linee di alimentazione, dai sostegni degli apparecchi di illuminazione e dalle apparecchiature destinato a realizzare l'illuminazione delle aree esterne;
- area esterna: è qualsiasi area (strade, parchi, giardini, aree sportive) posta all'aperto o comunque e sposta all'azione degli agenti atmosferici. Ai fini della presente Norma le gallerie stradali o pedonali, i portici ed i sottopassi si considerano aree esterne;
- apparecchio di illuminazione: apparecchio che distribuisce, filtra o trasforma la luce trasmessa da una o più lampade e che comprende tutte le parti necessarie a sostenere, fissare, e proteggere le lampade, ma non le lampade stesse, e, se necessario, i circuiti ausiliari e dispositivi di connessione all'alimentazione.

All'interno dell'area oggetto di analisi sono previste aree di parcheggio pubblico. Tali aree saranno illuminate da corpi illuminanti installati su pali di sostegno aventi altezza di circa 8 metri. L'illuminazione dei parcheggi è dimensionata in maniera tale da rientrare nei parametri richiesti dalla normativa vigente in materia di illuminazione stradale.

Tutti i proiettori previsti sia nelle aree di parcheggio che sulla viabilità carraia e ciclabile saranno rivolti a 90° aventi l'emissione del flusso luminoso direzionata totalmente verso il basso.

2.3.3 Rete energia elettrica

I lotti saranno in parte ad utilizzo privato ed in parte ad uso pubblico; la fornitura dell'energia elettrica verrà prelevata dalla rete Enel in media tensione che alimenterà le cabine MT/BT previste nella zona di intervento. Le cabine saranno collegate con una linea elettrica in cavidotti interrati, chiusa ad anello e sezionabile in caso di guasto, in modo da consentire l'alimentazione delle cabine da due lati e limitare i disservizi al solo tratto di linea soggetta a guasto.

Come da informazioni reperite tramite il Gestore delle reti elettriche pubbliche, le cabine sono state dimensionate per alloggiare ciascuna un trasformatore MT/BT di potenza massima pari a 630 KVA.

Il numero di cabine ed il loro posizionamento sono stati ipotizzati per sopperire al fabbisogno complessivo stimato di energia elettrica di tutte le utenze previste in progetto, nelle diverse tipologie di utilizzo (residenziale, commerciale, direzionale, ecc.).

Tutte le opere saranno definite approfonditamente in fase di progettazione esecutiva, in accordo con l'ente preposto.

2.3.4 Rete telefonica

Sarà predisposta in tutte le aree d'intervento una rete per la distribuzione del servizio telefonico e trasmissione dati a servizio degli utenti privati costituita da una polifora interrata per la posa delle linee in cavo o fibra ottica e armadi di distribuzione e ripartizione delle linee terminali.

Si prevede l'allacciamento ai cavidotti esistenti in prossimità del limite di intervento in direzione nord (via Modena).

Tutte le opere saranno definite approfonditamente in fase di progettazione esecutiva con l'ente preposto.

2.3.5 Impianti esistenti

Gli impianti esistenti nelle aree di intervento, non più funzionali, saranno dismessi ed abbandonati. Saranno demoliti e rimossi quelli:

- Interferenti con le opere di progetto
- A servizio di edifici oggetto di demolizione.

Saranno oggetto di modifica e riqualificazione gli impianti esistenti a servizio degli edifici oggetto di ristrutturazione.

Per tutti gli adeguamenti funzionali alle nuove esigenze del comparto si farà riferimento alle prescrizioni degli Enti eroganti.

2.3.6 Servizi aggiuntivi

- eMobility

Secondo quanto previsto dalle vigenti norme e leggi in materia di mobilità sostenibile, con particolare riferimento al D.Lgs 257/2016, nell'area di intervento saranno predisposte le infrastrutture per l'installazione di colonnine di ricarica per auto elettriche nei seguenti casi:

- Per tutti gli edifici non residenziali di nuova costruzione di superficie superiore a 500 metri quadri.
- Per gli edifici residenziali di nuova costruzione con almeno 10 unità abitative.

In particolare, le infrastrutture di ricarica dovranno consentire l'alimentazione di un veicolo per ogni parcheggio coperto o scoperto; per gli edifici residenziali di nuova costruzione, con almeno 10 appartamenti abitativi, il numero di spazi a parcheggio e box auto dotati di colonnine non deve essere inferiore al 20% del totale.

- Smart City

Nell'area di intervento saranno predisposte le infrastrutture destinate alla fornitura di servizi Smart City.

Ne sono alcuni esempi, non vincolanti e non esaustivi i seguenti servizi:

- SMART ENERGY: smart metering; monitoraggio perdite acquedotti; micro generazione;
- SMART PARKING: car, moto e bike sharing; monitoraggio colonnine veicoli elettrici; parking aree di sosta limitata; furto biciclette;
- SMART SECURITY: monitoraggio edifici pubblici e popolari; apertura e chiusura spazi pubblici; monitoraggio antincendio.
- SMART INFRASTRUCTURES: monitoraggio territorio (es. corsi d'acqua) e stabilità infrastrutture.

2.3.7 Normativa di riferimento

Tutti gli impianti saranno progettati e realizzati nel rispetto delle vigenti norme giuridiche e tecniche di seguito elencate.

Regolamenti

Capitolati e regolamenti per la manutenzione delle strade e di Polizia Urbana vigenti nel Comune di Ferrara e della Provincia di Ferrara emanati ed emanandi dagli Enti proprietari delle strade stesse;

Leggi, Decreti, Direttive

L. 186/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

L. 1202/68 Disposizioni concernenti le distanze legali dalla sede ferroviaria e modifiche ad alcuni articoli della legge 20 marzo 1865

DM 23/2/71 D.M. 23 febbraio 1971 inerente le norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie od altre linee di trasporto.

L. 791/77 Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n. 72/22/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.

L. 339/86 Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche esterne

DM 21/3/88 Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aree esterne

L. 9/91 Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali

L. 10/91 Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

DLgs 277/91 Norme in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro.

DLgs. 285/92 Nuovo codice della strada

DPR 495/92 Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo codice della strada

DLgs. 360/1993 "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada"

DLgs. 626/94 Sicurezza sui luoghi di lavoro sostituito dal Testo Unico Sicurezza Lavoro

DLgs. 81/2008, integrazione DLgs. 106/2009.

DPR 503/96 Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici

DLgs. 615/96 Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993.

Dir. 3/3/99 Direttiva Presidenza del Consiglio dei Ministri del 3 marzo 1999 inerente la razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici.

DM 37/08 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (sostituisce la L. 46/90).

LR 19/2003 Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

DGR 1688/2013 Nuova Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale n. 19 del 29 settembre 2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

DGR 1732/2015 Terza Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della Legge Regionale 29 settembre 2003, n. 19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

Norme CEI

11-4 Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne.

11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

64/7 Norma CEI 64/7, fascicolo n° 800 del 15 Novembre 1986 - "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari";

64/8 Norma CEI 64/8, edizione 2007 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 volt in corrente alternata ed a 1.500 volt in corrente continua"

70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

CEI UNI

70029 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi

70030 Criteri generali di posa degli Impianti Tecnologici Sotterranei in genere

CEI UNI EN

13201-2 Illuminazione stradale – parte 2: Requisiti prestazionali.

CEI – UNEL

35024-70 / 35012-70 / 364-5-523 Portata dei cavi in regime permanente

35023-70 Cadute di tensione nei cavi

Normativa internazionale

1997 - Protocollo di Kyoto della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici.

120/2002 Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 142 del 19 giugno 2002 (suppl. ord.)

3 INVARIANZA IDRAULICA E GESTIONE ACQUE METEORICHE

3.1 COMPETENZE IDRICHE

3.1.1 Consorzio di Bonifica

Dal 1° ottobre 2009 è nato il **Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara**, dalla fusione dei quattro Consorzi di Bonifica preesistenti al riordino della legge regionale n.5/2009 del 24 aprile 2009:

- I° Circondario Polesine di Ferrara;
- II° Circondario Polesine di San Giorgio;
- Valli di Vecchio Reno;
- Generale di Bonifica nella Provincia di Ferrara.

Il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è un ente di diritto pubblico, i cui principali compiti sono l'attività idraulica di irrigazione e scolo delle acque, per mezzo della complessa rete di canali e di impianti di bonifica. Ha anche una funzione di progettazione, esecuzione e gestione delle opere di irrigazione, per l'approvvigionamento idrico ad usi plurimi, tra cui, principalmente, l'acqua necessaria all'agricoltura.

Il Consorzio ha il compito di progettare, eseguire, mantenere, gestire le opere di bonifica; partecipare alla formazione dei piani territoriali ed urbanistici ed ai programmi di difesa dell'ambiente contro gli inquinamenti; concorrere alla realizzazione delle attività di difesa del suolo, di fruizione e di gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, di tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi; contribuire all'azione pubblica per la tutela delle acque destinate all'irrigazione e di quelle defluenti nella rete di bonifica.

3.1.2 Strutture Autorizzazioni e Concessioni (SAC)

Le **Strutture Autorizzazioni e Concessioni (SAC)** di ARPAE, presenti in ogni provincia, adottano i provvedimenti di:

- **autorizzazioni integrate ambientali (AIA) autorizzazioni uniche ambientali (AUA);**
- autorizzazioni per installazione/esercizio di impianti di produzione di energia, linee elettriche, metanodotti, depositi di olii minerali e GPL;
- autorizzazioni per la gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati;
- **istruttorie relative a VIA, VAS e VALSAT;**
- concessione per l'utilizzo delle risorse idriche e relativo demanio idrico.

Le SAC gestiscono inoltre i procedimenti conseguenti alle sanzioni amministrative irrogate ed esercitano le funzioni, previste dalla legge, in materia di import-export di rifiuti e di polizia mineraria.

3.1.3 Servizio Area Reno e Po di Volano

Il Servizio Area Reno e Po di Volano controlla principalmente il **canale Burana** (dal ponte della Mastellara alla confluenza con il canale Boicelli), il **canale Boicelli**, il Po di Primaro, il Po di Volano, il canale Navigabile, la Valle Fattibello ed il sistema di canalizzazione di collegamento delle valli di Comacchio con il mare, in funzione della loro valenza plurima di collettori di scolo, di adduttori irrigui e di linee navigabili.

Oltre al reticolo idraulico richiamato ed al territorio sotteso del bacino, le competenze del Servizio si estendono anche su tutto il litorale della costa emiliano romagnola, da Gorino a Cattolica, per ciò che attiene la sua difesa dall'azione marina.

Attività per il comprensorio di competenza:

1. progetta e attua gli interventi di difesa del suolo e di difesa della costa;
2. svolge le funzioni di polizia idraulica;
3. gestisce il servizio di piena;
4. gestisce i pronto interventi e gli interventi di somma urgenza;
5. cura l'esecuzione delle verifiche tecniche in caso di dissesti, eventi alluvionali e sismici;
6. gestisce le aree demaniali e le risorse idriche mediante il rilascio di concessioni;

7. svolge le funzioni operative di protezione civile connesse a eventi idraulici, idrogeologici e sismici;
8. cura il monitoraggio dei fenomeni di dissesto e collabora alla gestione della rete regionale di monitoraggio idrometeorologico;
9. fornisce il supporto tecnico ai Comuni che si avvalgono della struttura tecnica regionale per l'esercizio delle funzioni in materia sismica.

3.2 DATI METEOCLIMATICI DELLA ZONA

Per lo studio dei dati meteoclimatici della zona si sono considerati i dati relativi alla stazione meteo più vicina al sito in esame, in particolare si sono scelte le stazioni di **Ferrara** (fino al 2006 compreso) e di **Ferrara Urbana** (v. Fig. seguente).

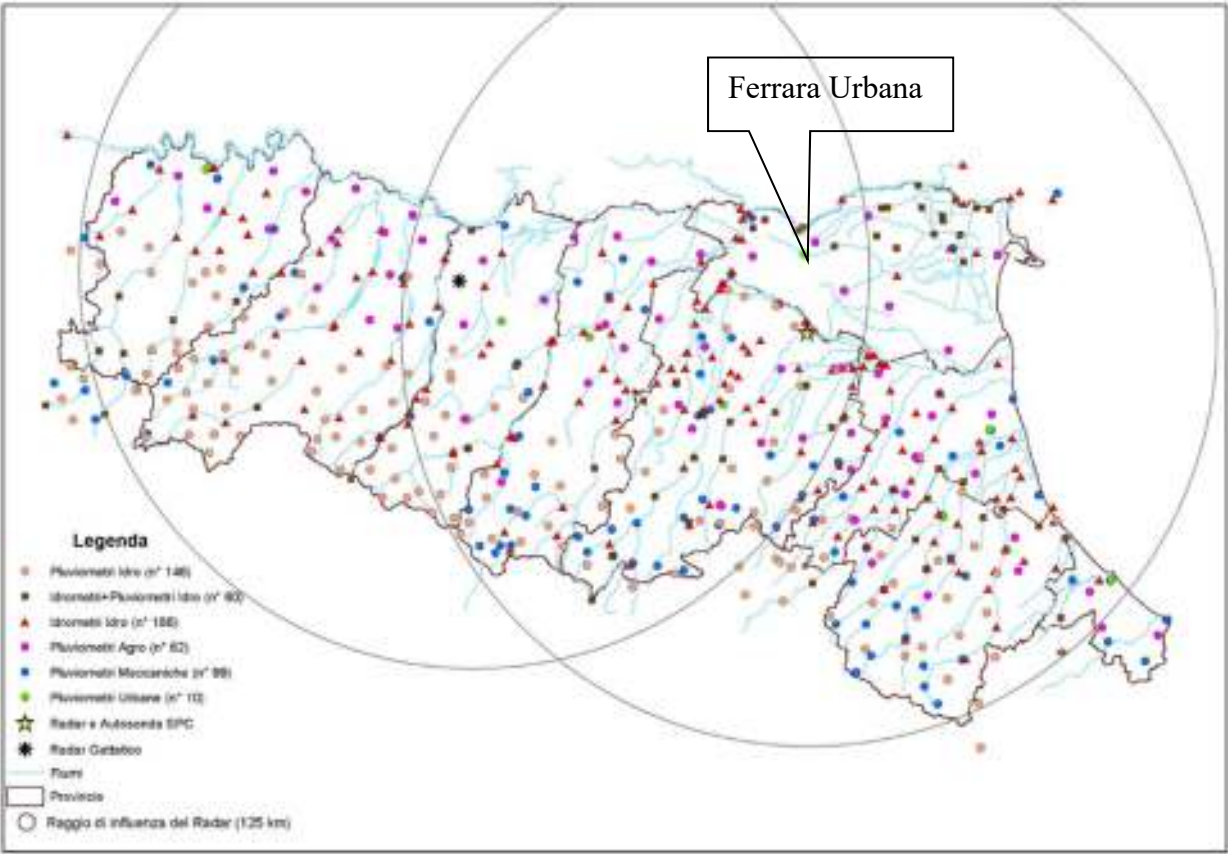


Fig. 3.1 - Ubicazione stazione meteo di Ferrara Urbana (dal sito di Arpa Emilia Romagna)

Tab. 3.1 – Caratteristiche delle stazioni pluviometriche considerate.					
Nome Stazione	Bacino	Tipo apparecchio	Quota sul mare (m)	Altezza apparecchio sul suolo (m)	Anno d’inizio delle osservazioni
FERRARA	Zona di pianura fra Po e Reno	RP – stazione dotata di radiotrasmettitore	15	5	1865
FERRARA URBANA	Zona di pianura fra Po e Reno	RP – stazione dotata di radiotrasmettitore	6	2	2004

Tab. 3.2 – Caratteristiche delle stazioni termometriche considerate.

Nome Stazione	Bacino	Tipo apparecchio	Quota sul mare (m)	Altezza apparecchio sul suolo (m)	Anno d'inizio delle osservazioni
FERRARA	Zona di pianura fra Po e Reno	RT	15	1,70	1961
FERRARA URBANA	Zona di pianura fra Po e Reno	RT	6	2	2004

3.2.1 Piovosità

Si riportano di seguito i dati di **piovosità** relativi al periodo compreso tra 01/01/1979 al 31/12/2016 forniti da ARPA Emilia Romagna – Servizio IdroMeteo Clima (Sistema Dexter).

Tab. 3.3 – Piovosità annua (anni 1979-2016)

Anno	mm annui	Anno	mm annui
1979	845,4	1998	550,6
1980	724,6	1999	582,8
1981	674,8	2000	456,6
1982	601,8	2001	646,6
1983	446,2	2002	622,2
1984	644,6	2003	653,6
1985	485,4	2004	759,6
1986	609,4	2005	703,6
1987	645,2	2006	435,2
1988	481,4	2007	389,4
1989	584,4	2008	688,4
1990	626,2	2009	Mancano dati di gennaio
1991	739,6	2010	813,4
1992	582,2	2011	Mancano dati di ottobre e novembre
1993	531,2	2012	Mancano dati di novembre
1994	603,2	2013	Mancano dati di ottobre e marzo
1995	504,6	2014	Mancano dati di dicembre
1996	894,4	2015	504,0
1997	549,9	2016	851,6

3.2.2 Temperatura

Si riportano di seguito i dati di **temperatura media dell'aria a 1,70 metri di altezza** registrati presso la stazione meteo **Ferrara** (fino al 2006 compreso) e **a 2,00 metri di altezza** registrati

presso la stazione meteo di **Ferrara Urbana**. I dati sono stati forniti dall'ARPA Emilia Romagna (servizio IdroMeteoClima, Sistema Dexter).

Tab. 3.4 – Temperature medie mensili della stazione termometrica di Ferrara (anni 2004-2016).					
Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)	Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)
Gennaio	2004	4,7	Febbraio	2004	6,5
	2005	4,3		2005	5,8
	2006	3,6		2006	7,1
	2007	5,9		2007	7,7
	2008	5,4		2008	6,3
	2009	2,5		2009	5,9
	2010	Dato mancante		2010	5,3
	2011	Dato mancante		2011	6,2
	2012	2,6		2012	2,3
	2013	3,7		2013	4,2
	2014	6,7		2014	8,5
	2015	5,0		2015	6,3
	2016	4,7		2016	8,0
Marzo	2004	10,2	Aprile	2004	15,6
	2005	11,0		2005	15,1
	2006	10,1		2006	16,8
	2007	11,0		2007	17,0
	2008	10,0		2008	13,7
	2009	9,9		2009	14,8
	2010	8,8		2010	14,1
	2011	9,9		2011	16,5
	2012	13,0		2012	13,7
	2013	8,1		2013	14,4
	2014	12,0		2014	15,6
	2015	10,3		2015	14,5
	2016	10,4		2016	15,1
Maggio	2004	18,9	Giugno	2004	24,6
	2005	21,6		2005	25,6
	2006	20,5		2006	25,0
	2007	20,4		2007	23,3
	2008	18,9		2008	22,9
	2009	20,9		2009	22,8
	2010	Dato mancante		2010	22,4
	2011	20,0		2011	23,0
	2012	18,7		2012	24,8

Tab. 3.4 – Temperature medie mensili della stazione termometrica di Ferrara (anni 2004-2016).					
Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)	Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)
	2013	17,4		2013	22,5
	2014	18,3		2014	23,2
	2015	19,3		2015	23,6
	2016	17,8		2016	22,5
Luglio	2004	24,8	Agosto	2004	27,3
	2005	27,1		2005	24,6
	2006	29,2		2006	24,4
	2007	26,0		2007	24,2
	2008	25,5		2008	25,7
	2009	25,4		2009	26,7
	2010	26,3		2010	23,9
	2011	24,2		2011	26,6
	2012	27,1		2012	27,5
	2013	26,0		2013	25,3
	2014	23,5		2014	23,4
	2015	27,9		2015	25,7
	2016	26,3		2016	24,4
Settembre	2004	22,8	Ottobre	2004	18,7
	2005	23,0		2005	16,6
	2006	23,9		2006	18,9
	2007	19,6		2007	14,7
	2008	19,9		2008	16,8
	2009	21,5		2009	14,9
	2010	19,3		2010	13,7
	2011	23,7		2011	14,7
	2012	20,8		2012	15,7
	2013	21,3		2013	15,8
	2014	20,1		2014	17,4
	2015	20,7		2015	14,9
Novembre	2016	22,3	Dicembre	2016	14,2
	2004	11,1		2004	7,5
	2005	10,0		2005	4,8
	2006	11,8		2006	Dati mancanti
	2007	8,4		2007	3,7
	2008	10,0		2008	4,5
	2009	10,0		2009	3,3
	2010	10,0		2010	Dato mancante
	2011	8,3		2011	5,0

Tab. 3.4 – Temperature medie mensili della stazione termometrica di Ferrara (anni 2004-2016).

Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)	Mese	Anno	Temperatura media dell'aria (°C)
	2012	11,0		2012	2,5
	2013	10,5		2013	4,8
	2014	12,2		2014	6,2
	2015	9,7		2015	4,5
	2016	9,6		2016	Dato mancante

3.2.3 Velocità del vento

Si riportano di seguito i dati di **velocità del vento** registrati presso la stazione meteo di **Ferrara** dal Giugno 2004 (prima la stazione non era attiva) al 31/12/2017. I dati sono stati forniti dall'ARPA Emilia Romagna (servizio IdroMeteoClima, Sistema Dexter).

Tab. 3.5 – Velocità media del vento a 2 m (anni 2004-2017)

Anno	Velocità media ad altezza 10m (m/s)
2004	2,00
2005	2,11
2006	2,11
2007	2,20
2008	2,24
2009	2,30
2010	2,28
2011	2,18
2012	2,31
2013	2,26
2014	2,10
2015	2,21
2016	2,22
2017	1,99

3.3 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Il territorio di Ferrara è solcato da numerosi corsi d'acqua di vario grado di importanza. In particolare i principali sono costituiti dai fiumi Po e Reno, che non svolgono nessuna funzione scolante, data la quota dei rispettivi alvei, anzi costituiscono delle linee di spartiacque al normale deflusso.

Il Po rappresenta la fonte di gran lunga più importante per l'approvvigionamento di acque superficiali per il territorio ferrarese, come per gran parte del territorio emiliano. E' infatti il solo fiume della Regione in grado di assicurare portate adeguate, anche nei periodi siccitosi. Come è noto, si tratta di un fiume a regime misto, grazie al fatto che raccoglie le acque sia dal versante alpino che da quello appenninico. Gli affluenti alpini sono per lo più caratterizzati da regimi nivo-glaciali, quelli appenninici da regimi pluviali.

L'utilizzo del Reno, invece, così come del Panaro (ultimo affluente di destra del Po) quali rifornitori d'acqua è sempre stato assai minore rispetto al Po, perché nei periodi estivi, quando servono acque per l'irrigazione, tali fiumi presentano portate molto ridotte; a complicare la situazione si è poi aggiunto il fatto che, per decenni, nelle fasi di magra le loro acque sono state caratterizzate da elevate percentuali di inquinanti.

A questi fiumi si aggiungono il Po di Ferrara-Primaro e di Volano, il Boicelli ed il Riazzo del Gallo, che svolgono la funzione di collettori nel raccogliere la maggior parte delle acque superficiali e meteoriche ricadenti sul territorio e che vengono convogliate per semplice gravità o attraverso impianti di idrovora da collettori minori, quali fossi e canali di bonifica che costituiscono la rete scolante ferrarese.

Dopo il riordino del 2009, la Regione Emilia-Romagna ha classificato di bonifica l'intero territorio regionale, suddividendolo in 8 ambiti territoriali, su ciascuno dei quali opera un Consorzio di bonifica di primo grado (ANBI Emilia Romagna), a cui si aggiunge il Consorzio di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo (CER). Oltre ai consorzi di bonifica fa parte del sistema il CEA – Consorzio Energia Acque – struttura promossa a livello interregionale da consorzi aderenti al sistema nazionale, deputata a svolgere una funzione specialistica e di sviluppo nel complesso mercato dell'energia.

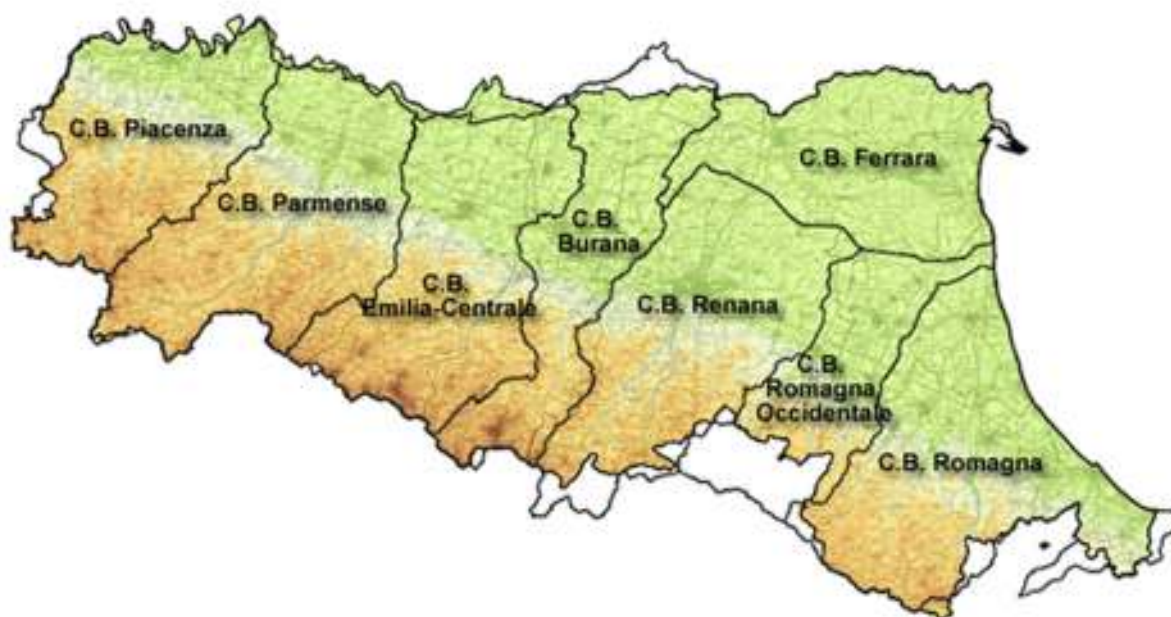


Fig. 4.1 – Riordino dei Consorzi di Bonifica della Regione Emilia Romagna, 2009

L'area ricade nel **Consorzio di bonifica della pianura di Ferrara**, il quale nasce dalla fusione dei preesistenti Consorzi di bonifica Valli di Vecchio Reno, I Circondario e II Circondario. Il suo comprensorio è situato nel bacino del Po. I Comuni che ricadono in tutto o in parte nell'ambito territoriale sono 33 di cui 26 in provincia di Ferrara.

La zona confina a sud con il Canale Emissario di Burana e a sud-est con il Canale Boicelli. Per quanto concerne le acque di scolo, questi due canali, assieme al Canale di Cento, fanno parte delle principali "entrate" del sistema idrologico del territorio comunale. Entrambe confluiscono al Po di Volano.

Il canale Emissario di Burana (che rappresenta la continuazione del canale Burana e inizia alla Botte Napoleonica, ove le acque di quest'ultimo sottopassano il Panaro) conferisce al Po di Volano le acque scolanti dal Consorzio di Bonifica di Révere e dal Consorzio Burana-Leo-Scoltenna-Panaro, nonché quelle del canale di S. Bianca, fino ad una portata massima di circa 44 m³/s; oltre tale portata il residuo deve essere scaricato in Po mediante l'impianto idrovoro delle Pilastresi (in pratica si attiva tale alleggerimento quando il livello idraulico nel

Canale Burana supera i 6,07 m sul livello medio del mare in corrispondenza della confluenza del canale S. Bianca).

Il canale di Cento serve, con il contributo del Cavo Tassone, un ampio settore nella parte sud-occidentale del Ferrarese (Consorzio Valli di Vecchio Reno) e la zona di Castelfranco Emilia (Consorzio Reno-Palata); immette nel Po di Volano fino a 25-27 m³/s.

Il Canale Boicelli rappresenta una bretella di raccordo idroviario tra il Po Grande e il Po di Volano; oltre ad acque del Po e a scoli provenienti dalla Zona Industriale di Ferrara, può convogliare acque di scolo eccedenti dell'ex Consorzio del I Circondario.

Al Canale Boicelli non viene attribuito un bacino proprio; va comunque tenuto presente che, oltre ad acque del Po (concate) e a scoli provenienti dalla Zona Industriale di Ferrara, questo canale può convogliare, come già detto, le acque di scolo eccedenti dell'ex Consorzio del I Circondario presso l'impianto idrovoro del Betto, e riceve anche quelle degli idrovori Nicolino e Cittadino. Attualmente può recapitare al Po di Volano fino a 10 m³/s.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei bacini insistenti sull'area interessata.

Bacino principale Baura

Raccoglie le acque che provengono dai terreni compresi tra il Panaro e il C.E.R. e dai terreni tra il C.E.R., la Via Virgiliana e il Canale Cittadino, fino a Ferrara; comprende inoltre tutto il centro storico di Ferrara e l'area a est, fino a Baùra. In quest'area, con direzione ovest-est, i canali *Gramicia* e *Naviglio* raggiungono le connessioni con il *Canale Conduttore Baura* e il *Collettore Baura Nuovo*. Il sollevamento nel *Po di Volano* avviene tramite gli *Impianti Idrovori Baura 1* e *Baura 2*. E' presente una alternativa di scolo alle acque del bacino Baura: la bretella di raccordo *Naviglio-Fossetta Valdalbero* consente di raggiungere il *Canal Bianco*, permettendo di portare parte delle acque del bacino nel sistema *Canal Bianco – Collettore Acque Alte*, con scarico in *Po di Volano* presso l'impianto Codigoro Acque Alte (si veda per i dettagli il funzionamento del *Bacino principale Collettore Acque Alte*).

Il Bacino Baùra riceve apporti da alcuni sottobacini tra cui il sottobacino Cittadino, di cui fa parte l'area di progetto:

-- **sottobacino di I liv. Cittadino**, (ha 2.982 di cui circa 750 in comune di Ferrara). E' compreso tra il canale Cittadino, l'argine sinistro del Po di Ferrara (argine Panaro e via Virgiliana) e il canale Boicelli; si estende sulla parte meridionale della bonifica della Diamantina. Le sue acque fanno capo alla botte ove il canale Cittadino sottopassa in botte il canale Boicelli, ma possono in gran parte essere riversate anche nello stesso canale Boicelli tramite l'Impianto Idroforo Cittadino ($6 \text{ m}^3/\text{s}$). E' attraversato da nord a sud dal C.E.R., arginato, da ovest a est dal canale Emissario di Burana, non arginato (e non consortile), che poi si allaccia al Po di Volano. Questo canale emissario scola, indipendentemente da questo bacino, il territorio di Cassana.

Va ricordato inoltre che sempre nel primo tratto del Po di Volano si immette a ovest della Darsena di S. Paolo (Ferrara) e fino a $44 \text{ m}^3/\text{s}$, il **Canale Emissario di Burana**. Questo canale, qui considerato come elemento di ordine zero, riceve per gravità solo le acque di un'area presso Cassana, compresa tra la Via Virgiliana e il canale stesso. **Il Canale Emissario di Burana non fa parte della rete dei canali gestiti dal Consorzio; esso è gestito dal Consorzio di Della Bonifica Burana e dal Servizio Area Reno e Po di Volano.**

Pervengono al terzo tratto del *Po di Volano* (tratto a valle della *Chiusa di Tieni*) e vengono recapitate nella *Sacca di Goro*, le acque immesse a Codigoro dal *bacino principale Collettore Acque Alte* e dal *bacino principale Leone-Collettore Acque Basse*, nonché, più a valle, dai *bacini principali Campello, Salghea, Pomposa e Volano*.

Bacino principale Collettore Acque Alte

E' caratterizzato dalla presenza di due importanti canali: il primo tratto del *Canal Bianco* (a ovest di Coccanile) e il *Collettore Acque Alte*.

Il *Canal Bianco*, in questo tratto superiore, ossia fino al *Sostegno Cipriano*, riceve gli apporti dei seguenti sottobacini:

-- il *sottobacino di I liv. Betto*, posto a ovest del *Canale Boicelli*; esso insiste sul *Canal Bianco*, con l'apporto dell'area della Diamantina. Il *Canal Bianco* sottopassa il *Canale Boicelli* alla *Botte del Betto* ($5,5 \text{ m}^3/\text{s}$); in casi di piena parte delle sue acque possono essere

riversate fino a $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ nel *Canale Boicelli*, immissario del *Po di Volano*, dall'Impianto Idrovoro *Betto*. Tale sottobacino a sua volta comprende

---- il *sottobacino di II liv. Valletta*, servito dall'Impianto Idrovoro *Valletta*, di presollevamento
 -- il *sottobacino di I liv. Barco*, situato a nord di Ferrara, servito dall'Impianto Idrovoro *Barco*
 -- il *sottobacino di I liv. Nicolino*, posto in fregio al Po Grande, a ovest del *Canale Boicelli*; le sue acque sottopassano in botte il *Canale Boicelli* a Pontelagoscuro e vengono quindi convogliate al *Canal Bianco* dalla *Fossa Lavezzola*.

-- *sottobacino di I liv. Vigheldo*, posto a nord-est di Ferrara e servito dall'Impianto Idrovoro *Vigheldo*

Interazione con il canale Boicelli

Per i due bacini principali appena trattati, *Baura* e *Collettore Acque Alte*, esiste la possibilità di scarico in Po tramite i presollevamenti costituiti dagli *Impianti Idrovori Betto e Cittadino*, che sollevano nel *canale Boicelli* le acque di portata eccezionale. Il canale Boicelli è a sua volta in grado di scaricare in *Po* tramite il nuovo *Impianto Idrovoro di Pontelagoscuro*.



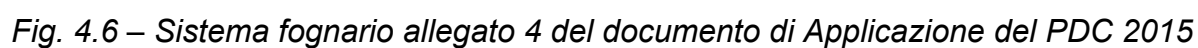
Fig. 4.2 – Bacini di scolo e ordini di afferenza, rete dei canali di bonifica ed impianti idrovori



Fig. 4.3 – Dettaglio dei bacini di scolo e ordini di afferenza, rete dei canali di bonifica ed impianti idrovori

Fig. 4.4 – Stralcio della carta altimetrica del bacino idrografico Burana-Volano

Fig. 4.5 – Schema delle relazioni idrauliche dei bacini di scolo



3.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE BIANCHE

La rete di raccolta delle acque meteoriche sarà realizzata separatamente dalla rete di raccolta dei reflui, evitando la confluenza in fognatura mista e convogliando tali acque in corrispondenza della rete di scolo superficiale, come richiesto dalla normativa comunale vigente (RUE di Ferrara).

L'area risulta già autorizzata, con D.D. n. 9259 del 30/08/2010 dell'ex STB Po di Volano, allo scarico in due punti, con manufatti già presenti individuati di seguito:

S1: scarico nel Canale Burana che scorre a sud, sud-ovest dell'area, con manufatto di diametro Ø 800;

S2: scarico nel Canale Boicelli, che scorre a est dell'area, con manufatto di diametro Ø 630.

La rete di raccolta sarà costituita da condotte interrate, pozzetti di raccordo e caditoie, ed è stata progettata sulla base dei manufatti già presenti e autorizzati; la rete di scolo è stata pertanto suddivisa in due principali maglie di raccolta, in funzione dei due manufatti di scarico esistenti, identificando due superfici scolanti di riferimento, sulla base delle quali sono stati effettuati i dimensionamenti delle condotte della rete.

In fase esecutiva si effettuerà una verifica delle quote dei due scarichi esistenti **S1** e **S2** e, qualora fosse necessario, si procederà con la richiesta di modifica della concessione dei due scarichi sempre nel rispetto della quota assoluta del livello dell'acqua di + 5,87 m s.l.m.m.

Di seguito gli elaborati cartografici elaborati in allegato al presente documento.

Tab. 5.1 – Documentazione cartografica allegata	
N.	Tavole prodotte
Tav. 1	Individuazione superfici permeabili ed impermeabili pre-intervento
Tav. 2	Individuazione superfici disponibili alla dispersione diretta nel suolo

3.5 DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI D'INVASO

3.5.1 Criteri di calcolo del volume minimo d'invaso

Per il caso d'interesse, il dimensionamento di massima del volume minimo d'invaso è stato effettuato nel rispetto del principio di invarianza idraulica sulla base dei coefficienti di deflusso prima (ϕ^0) e dopo (ϕ) la trasformazione.

Il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene definito dall'art 9 delle NTA come:

“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa”.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte ad una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P è calcolata convenzionalmente attraverso la seguente formula:

$$w = w^0 * \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15 * I - w^0 * P$$

dove:

$w^0 = 50$ mc/ha;

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;

ϕ^0 = coefficiente di deflusso prima della trasformazione;

$n = 0,48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora risultato da vari studi sperimentali)

I = % area trasformata;

P = % area inalterata;

Il volume così ricavato, espresso in mc/ha, deve essere poi moltiplicato per la superficie territoriale.

Il valore dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ^0 deve essere stimato utilizzando le seguenti formule:

$$\phi^0 = 0,9 * Imp^0 + 0,2 * Per^0 \quad ; \quad \phi = 0,9 * Imp + 0,2 * Per$$

dove:

Imp^0 = frazione dell'area impermeabile prima della trasformazione;

Per^0 = frazione dell'area permeabile prima della trasformazione;

Imp = frazione dell'area impermeabile dopo la trasformazione;

Per = frazione dell'area permeabile dopo la trasformazione.

Pertanto il calcolo del volume di invaso secondo quanto sopra riportato, richiede la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I);
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P);
- quota dell'area da ritenersi permeabile, prima (Per^0) e dopo (Per) la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile, prima (Imp^0) e dopo (Imp) la trasformazione.

Di seguito si riportano, per il caso in esame, tutti i calcoli e le considerazioni effettuate per il calcolo del volume minimo d'invaso.

3.5.2 Superficie permeabile ed impermeabile pre intervento

Ai fini del calcolo del coefficiente di deflusso prima della trasformazione è necessario definire le quote dell'area da considerare permeabile e impermeabile, allo stato attuale, prima della trasformazione.

La suddivisione dell'area in superficie permeabile ed impermeabile è stata effettuata considerando lo stato dei luoghi dell'area, prima che iniziassero le operazioni di demolizione che attualmente interessano alcuni degli edifici presenti nell'area, e considerando le attività produttive che erano svolte presso gli impianti presenti in sito fino al 2007, anno in cui il ciclo produttivo è stato interrotto e gli impianti sono stati messi in sicurezza.

Pertanto, nell'area sono stati individuate n. 3 tipologie di superfici differenti:

- superfici impermeabili (identificate con retino azzurro nella seguente figura): superfici in cui erano presenti edifici, strade e piazzali;

- superfici permeabili (identificate con retino verde nella seguente figura): superfici caratterizzate da verde prive di pavimentazione;
- bacini di contenimento (identificate con retino rosso nella seguente figura): utilizzati in passato come presidio di sicurezza di serbatoi e vasche; le acque raccolte in tali bacini non erano scaricate direttamente ma venivano raccolte e gestite separatamente: tali superfici, di estensione non trascurabile, sono state cautelativamente considerate ai fini dei calcoli dell'invarianza idraulica alla stregua delle superfici permeabili.

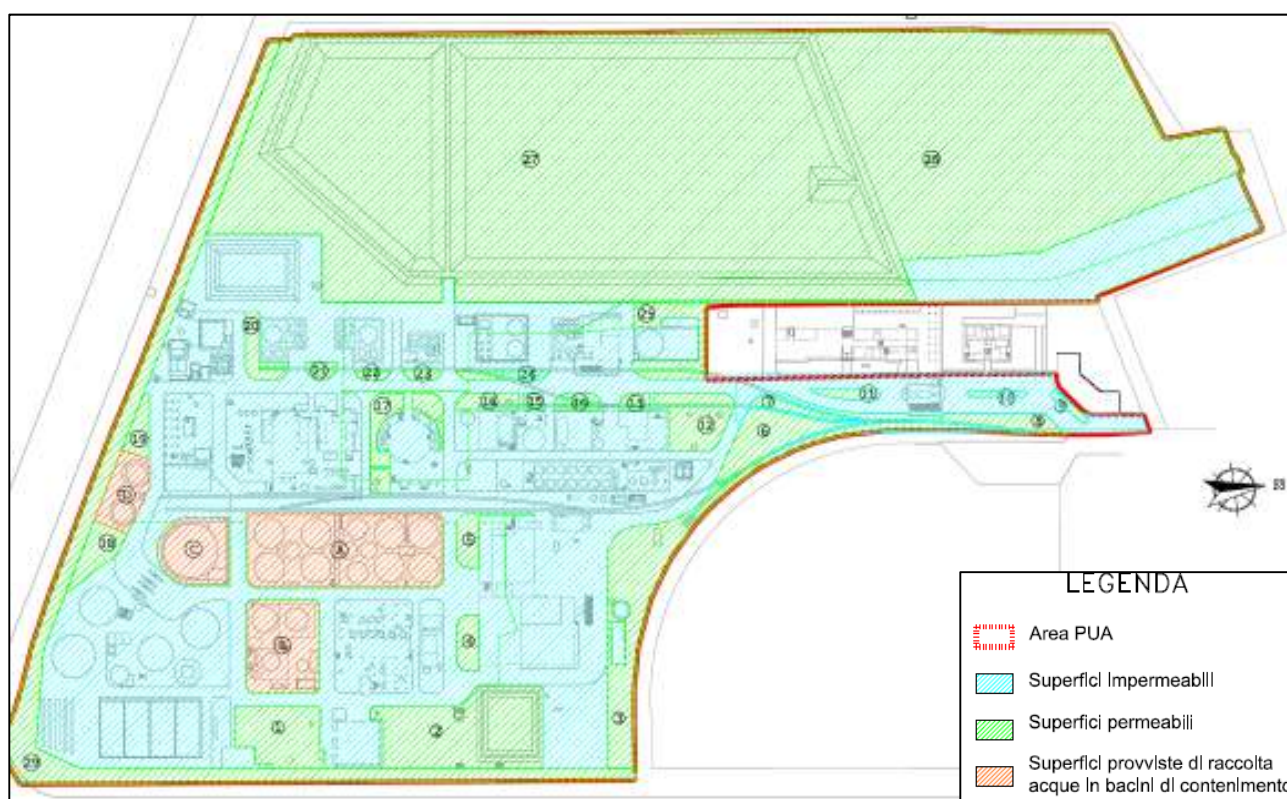


Fig. 6.1 – Individuazione superfici permeabili ed impermeabili pre intervento (v. Tav. 1).

Rispetto agli identificativi delle aree riportati in Tavola 1, di cui sopra è riportato lo stralcio, nella tabella seguente si riportano le estensioni delle superfici ritenute permeabili.

Tab. 6.1 – Superfici permeabili ed impermeabili pre intervento	
Identificativo area	Superficie (mq)
<i>Aree verdi</i>	
1	1.654

Tab. 6.1 – Superfici permeabili ed impermeabili pre intervento	
Identificativo area	Superficie (mq)
2	3.974
3	3.957
4	422
5	435
6	1.235
7	241
8	827
9	111
10	108
11	229
12	1.158
13	145
14	181
15	90
16	317
17	422
18	595
19	373
20	461
21	138
22	108
23	118
24	243
25	953
26	972
27	36.500
28	45.300
29	7.354
<i>Superfici provviste di bacini di contenimento per la raccolta delle acque meteoriche</i>	
A	5.060
B	2.353
C	1.510
D	965
Totale superfici permeabili	118.509
<i>Superfici impermeabili</i>	74.419
Totale superfici impermeabili	74.419
TOT	197.927

Dalla somma di tali superfici, è stata ricavata la frazione di superficie permeabile rispetto alla superficie territoriale totale (197.928 m²), pari a 0,6 ($Per_0 = 118.509 / 197.928 = 0,6$).

Di conseguenza, risultando la superficie impermeabile di estensione pari a 74.418 m², la frazione Imp_0 risulta pari a 0,4.

3.5.3 Superficie permeabile ed impermeabile post intervento

Quanto fatto ai fini del calcolo del coefficiente di deflusso prima della trasformazione è stato fatto anche nella situazione dopo la realizzazione degli interventi di progetto.

Sulla base del progetto previsto dal PUA per l'area di interesse, nella suddivisione dell'area in permeabile ed impermeabile, sono state identificate le seguenti tipologie di aree:

- Superfici considerate interamente come contributo impermeabile:
 - superfici interessate dalla presenza di edifici;
 - superfici interessate dalla presenza di strade e/o infrastrutture secondarie come viali interni;
 - superfici interessate dalla presenza di pista ciclabile/pedonale;
 - superfici interessate dalla presenza di parcheggi interrati;
- Superfici considerate interamente come contributo permeabile:
 - superfici interessate dalla presenza di aree a verde.

Per quanto riguarda le aree adibite a parcheggio sono state considerate permeabili per le zone di sosta vere e proprie (con prato carrabile è prevista una permeabilità del 80%) ed impermeabili per la rimanente parte destinata al transito dei mezzi.

Tab. 6.2 – Tipologia di superfici post intervento	
Tipologia superficie	Superficie (mq)
Superfici impermeabili	
Strade	16.286
Piste ciclabili	13.832
Viali interni	17.244
Parcheggio (vie di transito)	8.843
Edifici	25.469
Cabina elettrica	200
Parcheggi interrati/garage	8.650
Totale superficie impermeabile	90.526

Tab. 6.2 – Tipologia di superfici post intervento	
Tipologia superficie	Superficie (mq)
Superfici permeabili	
Parcheggio (aree di sosta) (coefficiente di permeabilità 80%)	6.043
Aree Verdi	101.360
Totale superficie permeabile	107.403
TOTALE	197.928

Dalla somma di tali superfici, è stata ricavata la frazione di superficie permeabile rispetto alla superficie territoriale totale (197.928 m²), pari a 0,54 ($Per_0 = 107.403/197.928 = 0,54$).

Dall'estensione della superficie impermeabile di progetto pari a 90.525 m², la frazione Impo risulta pari a 0,46.

3.5.4 Calcolo volume minimo di invaso

Una volta definite le quote di area permeabile ed impermeabile prima e dopo la trasformazione è possibile procedere con il calcolo del coefficiente di deflusso ϕ e ϕ^0 :

$$\phi^0 = 0,9 * Imp^0 + 0,2 * Per^0 = 0,9 * 0,4 + 0,2 * 0,6 = 0,48$$

$$\phi = 0,9 * Imp + 0,2 * Per = 0,9 * 0,46 + 0,2 * 0,54 = 0,52$$

Considerando che tutta l'area considerata sia oggetto di trasformazione, il volume minimo d'invaso risulta pari a:

$$w = w^0 * \left(\frac{\phi}{\phi^0}\right)^{\left(\frac{1}{1-n}\right)} - 15 * I - w^0 * P = 50 * \left(\frac{0,52}{0,48}\right)^{\left(\frac{1}{1-0,48}\right)} - 15 * 100 - 50 * 0$$

$$= 43,15 \text{ mc/ha}$$

Il volume minimo d'invaso risulta pertanto pari a circa 36,75 mc/Ha che moltiplicato per la superficie territoriale ci dà il volume minimo di invaso totale:

$$43,15 \left(\frac{\text{mc}}{\text{ha}}\right) * 19,79(\text{ha}) = 854 (\text{mc})$$

3.5.5 Capacità di invaso della rete interna di raccolta

In occasione di un evento meteorico che comporti una portata complessiva superiore a quelle di scarico le acque eccedenti, andranno a riempire le tubazioni ed i pozzetti di raccordo della rete di raccolta e di scarico.

A tal fine si è considerato che l'80% del volume totale delle condotte di fognatura e dei pozzetti sia efficace ai fini dell'invarianza idraulica. Pertanto l'80% del volume totale della rete fognaria interna è stato considerato in diminuzione del valore di volume minimo d'invaso calcolato con la formula riportata al paragrafo 6.1. Tale volume infatti contribuisce ad assorbire ed a "laminare", le portate eccedenti rispetto alla massima autorizzata per lo scarico.

La rete di raccolta è costituita da pluviali, caditoie, reticolo di tubazioni di diverso diametro tra loro raccordate tramite pozzetti. Ai fini del calcolo del volume d'invaso delle tubazioni costituenti la rete di raccolta, per ciascun reticolo di tubazioni aventi un determinato diametro d , è stata applicata la seguente formula:

$$V_{rete\ int} = \frac{\pi * d^2}{4} * l \ (m^3)$$

dove:

d = diametro delle tubazioni in m;

l = sviluppo del reticolo di tubazioni avente diametro d in m.

Tale calcolo è stato applicato per ciascun diametro ottenuto dal dimensionamento della rete di scolo riportata nel dettaglio nel capitolo 7.

Al fine di garantire il volume invasabile richiesto per il rispetto dell'invarianza idraulica, alcuni tratti della rete sono stati sovradimensionati inserendo degli elementi scatolari a sezione rettangolare da 1200 x 1800 mm.

Dal calcolo del dimensionamento della rete risulta quindi che il volume complessivo delle tubazioni è pari a circa 1.055 m³.

Si è anche tenuto conto del volume invasato dai pozzetti della rete. Considerando pozzetti delle dimensioni pari a 1mx1mx1m, per il numero complessivo di pozzetti pari a circa 40, la capacità complessiva dei pozzetti risulta pari a circa 40 m³.

La **capacità complessiva di invaso della rete scolante** è stata considerata pari al 80 % del volume complessivo e quindi risulta pari a circa **875 m³** e risulta quindi superiore al volume minimo di invaso (vedi Par. 6.4). Non è quindi necessario prevedere ulteriori opere per la laminazione delle acque meteoriche.

In Tab. 7.3 si riporta il calcolo della capacità di invaso della rete scolante.

3.5.6 Valutazioni sullo smaltimento diretto al suolo delle acque meteoriche

Il 1° Piano Operativo Comunale di Ferrara, autorizzato con D.P.G. 20451/2014 del 07/04/2014, relativo alla scheda di comparto della struttura insediativa “12 - Mizzana” di riferimento per l’area di interesse, si riporta che, ove possibile va previsto lo smaltimento diretto al suolo delle acque meteoriche.

È stata valutata l’ipotesi di smaltimento al suolo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici nell’area di progetto, mediante la realizzazione di trincee disperdente. L’ubicazione di eventuali trincee disperdenti è stata definita in funzione delle opere di progetto, cercando di individuare superfici a verde disponibili, dove non sia prevista la realizzazione di parcheggi interrati (retino rosso nello stralcio seguente).

Le sole aree disponibili sono individuate nello stralcio seguente di Tavola 2 con retino giallo.



Fig. 6.2 – Individuazione superfici disponibili alla dispersione diretta nel suolo (v. Tav. 2).

In corrispondenza di tali aree sono state analizzate le condizioni litostratigrafiche ed idrografiche dell'area ricavate dagli esiti di tutte le indagini ambientali svolte nell'area nel corso degli anni nell'ambito del procedimento di bonifica ambientale del sito, al fine di valutare l'effettiva efficacia di tali eventuali sistemi di dispersione.

In particolare le informazioni litostratigrafiche sono state ricavate dalle stratigrafie dei punti di sondaggio realizzati nelle aree individuate, la cui ubicazione è di seguito riportata.

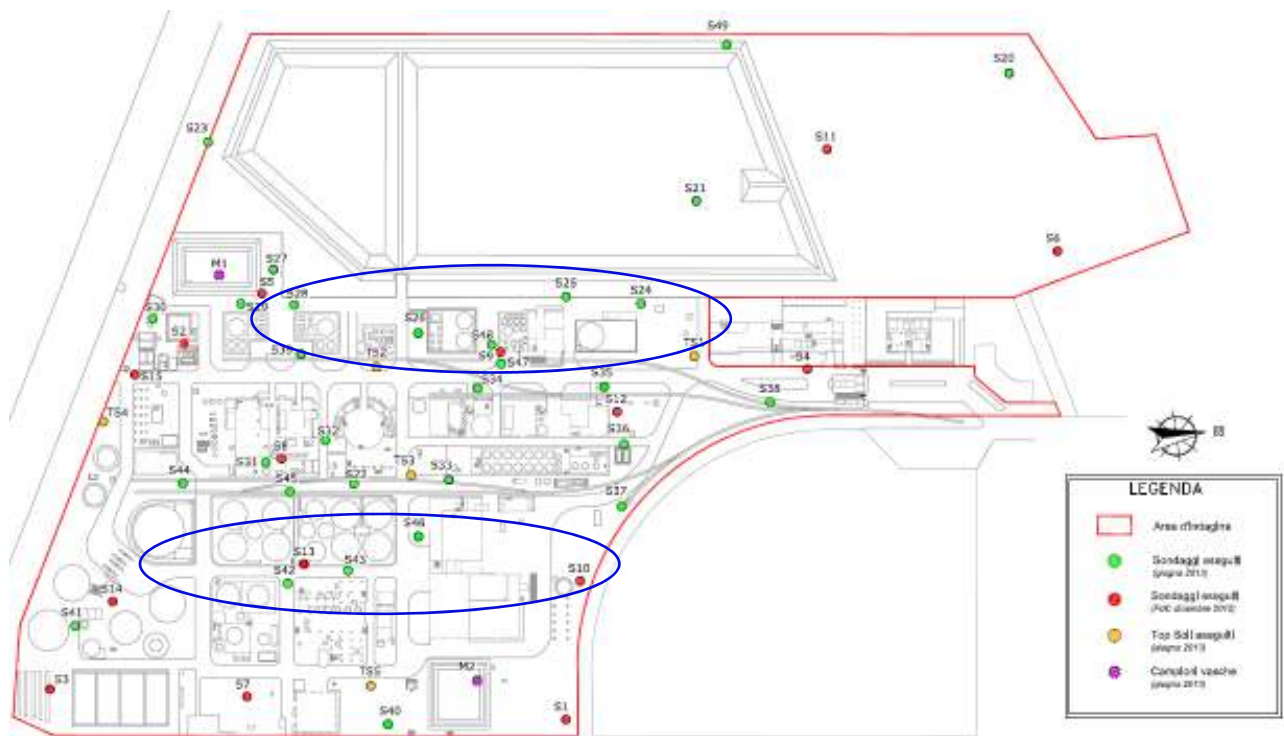


Fig. 6.3 – Ubicazioni punti di indagine realizzati. Stralcio Tavola 2 del documento “Relazione tecnico descrittiva piano di caratterizzazione” del settembre 2013 assunto agli atti con PG 69395/2013 e approvato con atto n. 365 del 20/01/2014.

Informazioni sulle caratteristiche idrogeologiche dell'area sono state ricavate dalle letture piezometriche effettuate nel corso degli anni dai piezometri installati nell'area (monitoraggi con lettura della falda effettuati nei giorni 18/06/2013, 02/12/2014, 30/06/2016, 30/03/2017, 08/01/2018).

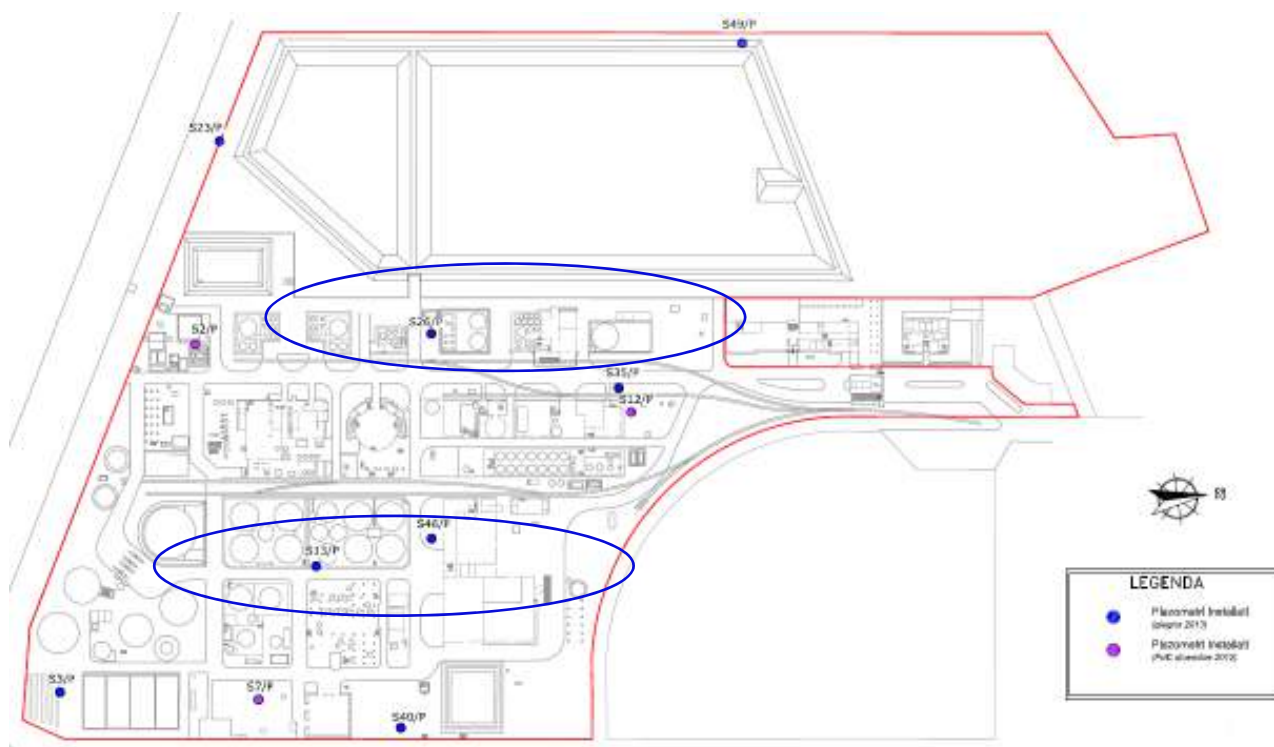


Fig. 6.4 – Ubicazioni piezometri installati. Stralcio Tavola 3 del documento “Relazione tecnico descrittiva piano di caratterizzazione” del settembre 2013 assunto agli atti con PG 69395/2013 e approvato con atto n. 365 del 20/01/2014.

Dalla lettura e dall’analisi delle indagini effettuate nell’area si sono potute ricavare le seguenti considerazioni.

Per la porzione di area disponibile più ad ovest si evidenzia:

- da un punto di vista idrologico, livelli di falda monitorati in corrispondenza del piezometro S26/P di riferimento, compresi tra 3,1 e 3,7 m da p.c.
- da un punto di vista litostratigrafico, la presenza di strati di terreno, al di sopra del livello di falda, costituiti da limo argilloso (punti di sondaggio S9, S25, S47, S48), limo debolmente sabbioso (S26), argilla debolmente limosa (S28);

Per la porzione di area disponibile più a est si evidenzia:

- da un punto di vista idrologico, livelli di falda monitorati in corrispondenza dei piezometri S3/P e S26/P di riferimento, compresi tra 2,4 e 3 m da p.c.

- da un punto di vista litostratigrafico, la presenza di strati di terreno, al di sopra del livello di falda, costituiti da limo argilloso (punti di sondaggio S13), limo debolmente argilloso con presenza di limo sabbioso (S46), argilla da debolmente limosa a limosa (S42 e S43);

Sulla base dei valori orientativi del coefficiente di permeabilità riportati di seguito, in corrispondenza delle aree disponibili a realizzare sistemi di dispersione nel suolo delle acque meteoriche, si è assunto un coefficiente di permeabilità medio K pari a 10^{-7} m/sec.

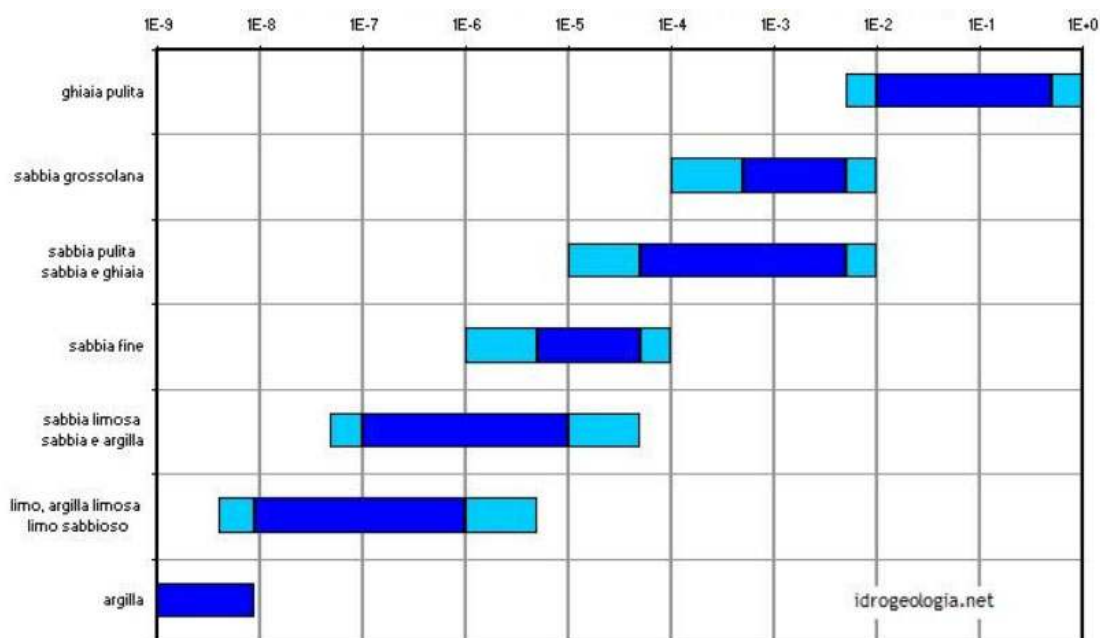


Fig. 6.5 – Valori orientativi del coefficiente di permeabilità (m/sec)

È stata valutata pertanto la capacità di infiltrazione dei suoli presenti nell'area mediante l'utilizzo della legge di Darcy, che descrive generalmente il moto di un fluido in un mezzo poroso:

$$Q = K * J * A$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità in m/s;

J = cadente piezometrica in m/m;

A = superficie netta d'infiltrazione in m².

Ai fini della presente valutazione preliminare di fattibilità di sistemi disperdenti si è posta la cadente piezometrica pari a 1, ipotizzando che il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e che la superficie della falda sia al di sotto del fondo disperdente.

Escludendo le aree che potenzialmente potrebbero essere utilizzate per la realizzazione di piani interrati, la superficie netta di infiltrazione disponibile risulta (vedi Fig. 6.2):
pari a circa 3.500 m² nell'area più ad ovest (superficie aerale 2.500 m² e superfici laterali 900 m² considerando un'altezza dello strato filtrante pari a 1,5 metri),
pari a circa 4.500 m² nell'area più ad ovest (superficie aerale 4.000 m² e superfici laterali 500 m² considerando un'altezza dello strato filtrante pari a 1 metro),
per un totale complessivo pari a circa 8.000 m².

Applicando la formula di Darcy la portata di infiltrazione per il tipo di terreno di interesse risulta quindi:

$$Q = K * J * A = 10^{-7} \times 3.600 \times 1 \times 8.000 = 2.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

Per quanto la valutazione effettuata sia di carattere preliminare e puramente indicativa, in base ai dati disponibili relativi alle caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche dell'area, si ritiene di poter considerare l'ipotesi dello smaltimento diretto nel suolo delle acque meteoriche poco praticabile e percorribile. Si rimanda comunque alla fase esecutiva dove mediante indagini specifiche nelle aree ove effettivamente disponibili la valutazione della fattibilità di un sistema di dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture dei fabbricati.

Pertanto nel calcolo della rete di raccolta interna, cautelativamente, non si è considerato l'utilizzo di sistemi di dispersione e quindi le condotte sono state dimensionate e verificate in modo da poter raccogliere e collettare l'intero volume d'acqua che interessa tutte le superfici, comprese le coperture degli edifici.

3.6 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI SCOLO DELLE ACQUE BIANCHE

3.6.1 Criteri adottati per il calcolo ed il dimensionamento della rete scolante

Per il calcolo e dimensionamento delle nuove condotte che andranno a costituire la rete di raccolta delle acque meteoriche si sono considerati i seguenti parametri:

- **pioggia di intensità di 55 mm/h** (pioggia di forte intensità; valore adottato per il dimensionamento dei fossi nella Pianura Padana ed assunto dai Consorzi di Bonifica);
- **durata della pioggia critica di 1 ora.**

Dell'acqua meteorica una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; ai fini del calcolo e della verifica idraulica della rete scolante (condotti interrati e fossi in terra), la porzione che evapora è trascurata, mentre quella trattenuta dal terreno non è trascurabile e dipende dalla natura del terreno. Al fine di tenere conto della porzione delle acque meteoriche che ruscellano superficialmente, e che devono essere intercettate dalla rete di raccolta, si stima il coefficiente di afflusso.

Nella letteratura tecnica viene generalmente indicato con φ = coefficiente di afflusso, l'aliquota di acqua di pioggia che ruscella superficialmente, che dipende dalla natura delle superfici e dalla loro pendenza; utilizzando come fonte il "*Manuale di Ingegneria Civile – E.S.A.C. Edizioni Scientifiche – A. Cremonese*" si ritrovano i seguenti coefficienti di afflusso:

- tetti impermeabili $\varphi = 0,7 \div 0,95$
- pavimentazioni in asfalto ben tenute $\varphi = 0,85 \div 0,9$
- parchi, giardini, orti con piccole pendenze $\varphi = 0,05$

Pertanto, i calcoli della portata di afflusso dell'acqua meteorica che ruscella superficialmente all'interno dell'area di proprietà per il dimensionamento della rete di raccolta, sono stati effettuati suddividendo le diverse tipologie di superficie interessate dagli eventi di

precipitazione, considerando per ciascuna tipologia un coefficiente di afflusso assunto sulla base di dati di letteratura.

Per il caso in esame, si sono quindi individuate le seguenti tipologie di superficie:

- edifici, per i quali è stato assunto un coefficiente di afflusso $\varphi = 0,8$;
- aree verdi, prive di edifici o pavimentazioni, per i quali è stato assunto un coefficiente di afflusso $\varphi = 0,05$;
- strade, parcheggi, piste ciclabili e altre aree pavimentate, per i quali è stato assunto un coefficiente di afflusso $\varphi = 0,9$.

Per ciascuna tipologia di superficie, considerando un'intensità di pioggia pari a **55 mm/h**, indicata dal Consorzio di Bonifica, è stata calcolata la portata di afflusso, attraverso l'applicazione della seguente formula:

$$Q = \frac{\varphi * i * A}{360} \left(\frac{m^3}{sec} \right)$$

dove:

Q_p = portata di afflusso in m^3/sec ;

i = intensità di pioggia in mm/h;

A = area del bacino in imbrifero in ha;

φ = coefficiente di afflusso.

Tale dato rappresenta quindi il volume delle acque meteoriche che dovrà essere gestito.

Sulla base di tale dato, si è proceduto al dimensionamento delle condotte della rete scolante; per ogni diametro individuato per ciascun tratto di condotta sono state effettuate **verifiche idrauliche**, mediante l'applicazione delle seguenti formule:

- Formula di Hazen-Williams:

$$Q = C * 0,359 * 10^{-5} * D^{2,63} * i^{-0,54}$$

dove:

Q = portata a sezione totalmente riempita (l/s)

C = coefficiente di scabrezza secondo Hazen-Williams ($C=150$ per tubi in PVC)

D = diametro interno della tubazione (mm)

i = pendenza della condotta

- Formula di Chèzy:

$$Q = \kappa * S * \sqrt{R * i}; \kappa = c * R^{1/6}$$

dove:

Q = a sezione totalmente riempita (mc/s)

S = sezione della condotta (mq)

c = coefficiente di scabrezza secondo Strickler (c=120 per tubi PE)

R = raggio idraulico della tubazione (m)

i = pendenza della condotta

3.6.2 Calcolo delle portate di afflusso

La rete scolante è stata suddivisa in due parti idraulicamente distinte:

- La prima interessa le aree nord, ovest e centrali dell'intervento e recapita le acque nello scarico S1 nel Canale di Burana;
- La seconda interessa solo la porzione est dell'intervento e recapita le acque nello scarico S2 nel Canale Boicelli.

Di seguito si riporta il calcolo complessivo delle portate di afflusso delle acque meteoriche allo scarico nei corsi d'acqua superficiali, suddivise per le due principali reti di raccolta.

Tab. 7.1 – Calcolo portata di afflusso nello scarico S1				
	Superfici e	Coeff. afflusso	Portata afflusso (Q _p)	
	m ²	Φ		m ³ /h
Strada	11.426	0,9	$Q_p = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{360}$ (m ³ /sec)	566
Pista ciclabile	8.919	0,9		321
Viali interni	15.533	0,9		766
Parcheggio area permeabile	4.885	0,4		107
Parcheggio area NON permeabile	4.049	0,9		200
Edifici	19.784	0,8		646
Aree verdi	76.642	0,05		120
Cabina elettrica	200	0,8		9
TOTALE	141.439			2.735

Tab. 7.2 – Calcolo portata di afflusso nello scarico S2				
	Superficie	Coeff. afflusso	Portata afflusso (Q _P)	
	m ²	φ		m ³ /h
Strada	4.861	0,9	$Q_p = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{360}$ (m ³ /sec)	241
Pista ciclabile	4.913	0,9		243
Viali interni	1.711	0,9		85
Parcheggio area permeabile	2.668	0,4		59
Parcheggio area NON permeabile	3.283	0,9		163
Edifici	5.685	0,8		250
Aree verdi	33.368	0,05		92
TOTALE	56.489			1.132

3.7 Dimensionamento della rete scolante

Il dimensionamento della rete scolante è stato effettuato considerando, per ciascun tratto le relative superfici scolanti ed i coefficienti di afflusso.

Nelle tabelle seguenti si riporta il dimensionamento e la verifica di ciascun tratto di condotta. Per tutte le condotte della rete si è considerata una pendenza pari a 2 ‰ e pari a 1,5‰ nei tratti più a monte della rete.

Inoltre nella tabella, nell'ultima colonna, si riporta anche il volume complessivo della condotta che consente di determinare la capacità di invaso per ciascun tratto di rete (vedi par. 6.5). In particolare:

- la rete di raccolta interna affluente allo scarico S1 ha una capacità complessiva pari a 940 m³;
- la rete di raccolta interna affluente allo scarico S2 ha una capacità complessiva pari a 115 m³.

La capacità complessiva della rete scolante interna garantita dalle tubazioni risulta quindi pari a circa 1.055 m³. Cautelativamente, si è considerato che la **capacità complessiva di invaso** della rete scolante, che contribuisce alla laminazione delle acque meteoriche prima dello scarico, sia pari all'80% del totale corrispondente a circa **845 m³**.

Sono stati elaborati inoltre profili longitudinali dei principali rami della rete di raccolta a servizio dei due punti di scarico; i profili sono stati elaborati a partire dalla quota + 5,87 m s.l.m.m in corrispondenza dei punti di scarico, ed è stato verificato il rispetto di un franco pari a 60 cm dal piano campagna. Tali profili sono riportati all'interno degli elaborati U.24.1 e U.24.2.

Come già anticipato all'interno del paragrafo 6.5, per il dimensionamento del volume d'invaso nel rispetto dell'invarianza idraulica, alcuni tratti della rete sono stati sovradimensionati, considerando la realizzazione di tratti di condotti con elementi scatolari a sezione rettangolare. Tali scatolari, delle dimensioni di 1,2 m x 1,8 m, sono state individuati nei tratti finali delle tubazioni prima dello scarico S1 (manufatto esistente di diametro pari a 800 mm). Tale manufatto andrà a raccordarsi con il pozzetto di laminazione all'interno di cui verrà realizzata una strozzatura del diam. 650 mm che garantirà la riduzione della portata in uscita al pozzetto e l'invaso delle acque eccedenti all'interno dello scatolare.

In ingresso al pozzetto di laminazione la portata oraria è pari a 2735 mc/h; la strozzatura a luce circolare di diametro pari a 650 mm garantisce un deflusso allo scarico di una portata pari a circa 2435 mc/h; l'eccedenza pari a circa 300 mc verrà invasata nello scatolare a monte della strozzatura.

Di seguito si riporta un particolare schematico del pozzetto di laminazione da realizzarsi prima dello scarico nel punto S1.

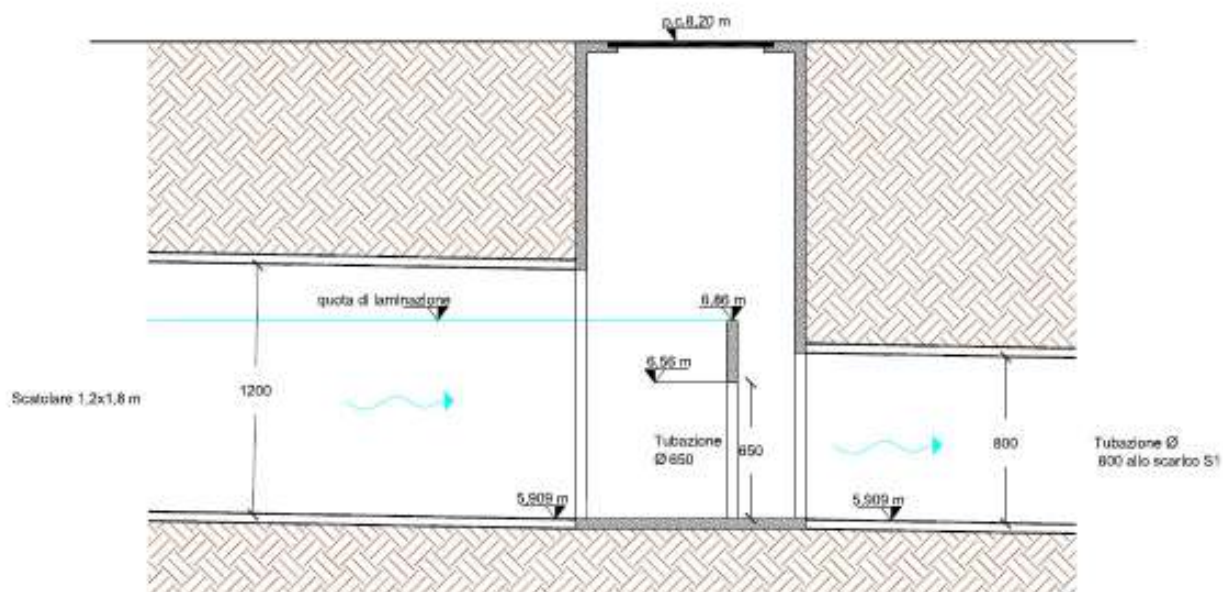


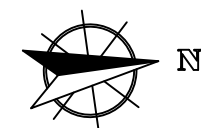
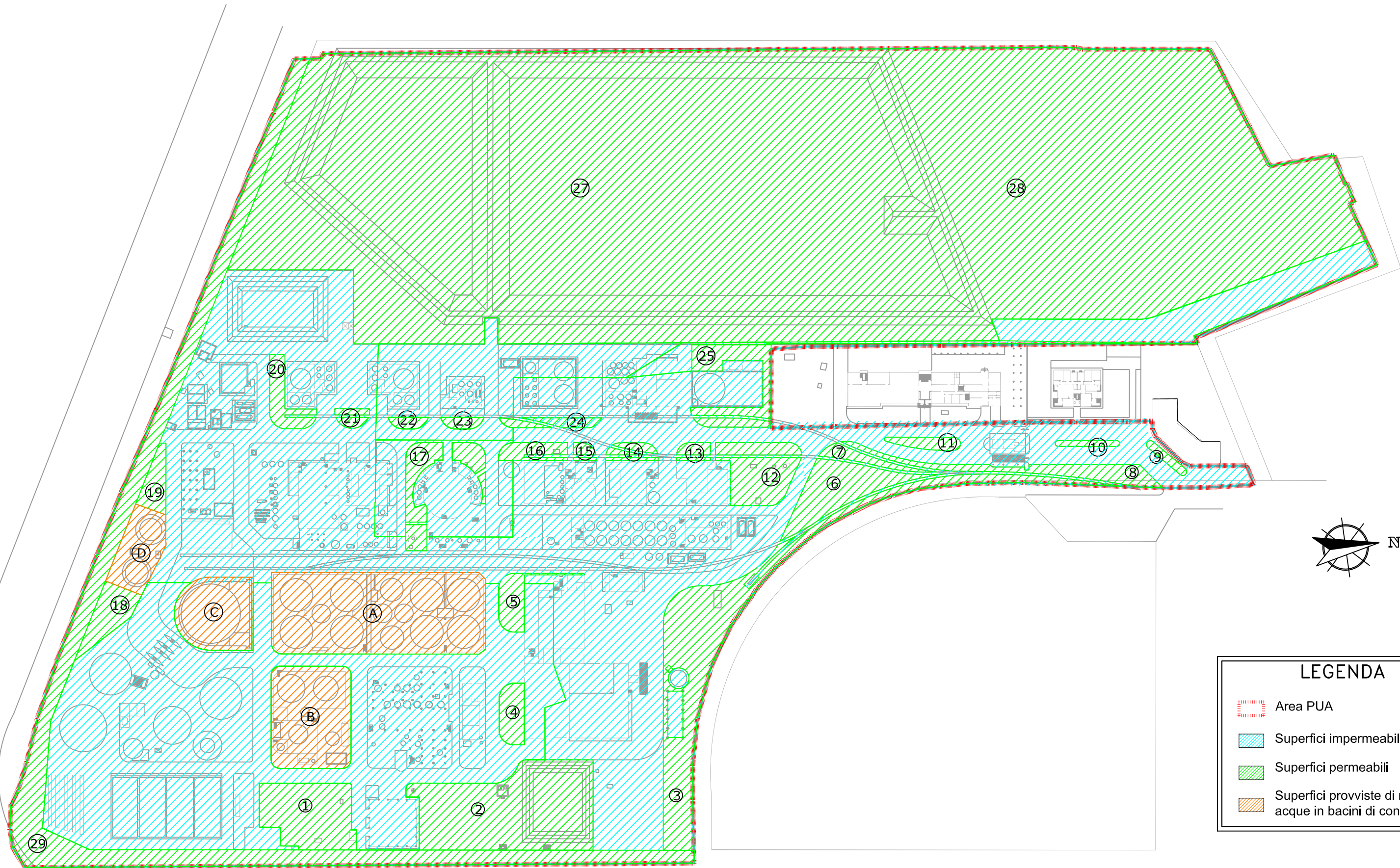
Fig. 7.1 – Particolare schematico pozzetto di laminazione (punto D8)

Tab. 7.3 – Dimensionamento dei tratti di condotta – Rete di raccolta allo scarico S1						
Tratto	Diametro DN fogna (mm)	Sviluppo (m)	Portata di scarico (mc/h)	Portata garantita Hazen-Williams (mc/h)	Portata garantita Chèzy (mc/h)	Capacità di invaso (mc)
C1 - C2 (pendenza 1,5‰)	315	215	111,84	183	204	16,75
Parcheggio P1	250	165	89,98	117	128	8,10
C2 -C4 (pendenza 1,5‰)	400	30	213,67	345	385	3,77
Parcheggio P2	160	70	34,41	36	39	1,41
C5 - C4	250	80	99,95	117	128	3,93
C3 - C4	500	125	505,33	724	807	24,53
C4 - C8	630	55	871,09	1.329	1.495	17,14
Parcheggio P10	200	45	59,04	65	70	1,41
C7 - C6 (pendenza 1,5‰)	315	300	156,69	183	204	23,37
C6 - C8 (pendenza 1,5‰)	400	60	247,52	345	385	7,54
Parcheggio P8	200	95	63,20	65	70	2,98
C8 - C9	630	105	1226,58	1.329	1.495	32,71
C9 -C10	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	110	1432,90	-	17.857	237,6
C15 - C14	250	125	90,51	117	128	6,13
C14 -C13	315	40	111,60	215	235	3,12
C17 - C16	315	140	187,67	215	235	10,90
C16 - C13	400	120	280,61	402	445	15,07
C13 - C12	500	35	413,29	724	807	6,87
D1 - D2	400	140	339,05	402	445	17,58
D2 - D4	500	45	449,56	724	807	8,83
D3 - D4	250	45	53,10	117	128	22,61
D4 – D5	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	20	106,19	-	17.857	43,20

Tab. 7.3 – Dimensionamento dei tratti di condotta – Rete di raccolta allo scarico S1						
Tratto	Diametro DN fogna (mm)	Sviluppo (m)	Portata di scarico (mc/h)	Portata garantita Hazen-Williams (mc/h)	Portata garantita Chèzy (mc/h)	Capacità di invaso (mc)
D5 – D7	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	74	633,95	-	17.857	159,84
Parcheggio P6	160	45	22,85	36	39	0,90
D7 – D8	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	45	699,91	-	17.857	97,20
D6 – D8	250	105	69,10	117	128	5,15
C12 - C11	500	50	428,2	724	807	9,81
C10 - C11	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	40	1484,40	-	17.857	86,40
C11 – D8	Scatolare 1,2 m x 1,8 m	25	1933,04	-	17.857	54,00
D8 - S1	800	20	2734,71	2.919	3.319	10,05
Capacità di invaso totale condotte rete scolante S1						940

Tab. 7.4 – Dimensionamento dei tratti di condotta – Rete di raccolta allo scarico S2						
Tratto	Diametro DN fogna (mm)	Sviluppo (m)	Portata di scarico (mc/h)	Portata garantita Hazen-Williams (mc/h)	Portata garantita Chèzy (mc/h)	Capacità di invaso (mc)
Parcheggio P3 + P9	250	125	71,1	117	128	6,13
A1 - A2	315	45	130,3	215	235	3,51
A2 - A3	400	85	239,9	402	445	10,68
B1 -B2	200	80	44,2	65	70	2,51
Parcheggio P4	160	45	24,7	36	39	0,90

Tab. 7.4 – Dimensionamento dei tratti di condotta – Rete di raccolta allo scarico S2						
Tratto	Diametro DN fogna (mm)	Sviluppo (m)	Portata di scarico (mc/h)	Portata garantita Hazen-Williams (mc/h)	Portata garantita Chèzy (mc/h)	Capacità di invaso (mc)
B2 - A3	250	15	68,9	117	128	0,74
A3 - A4	400	15	346,5	402	445	1,88
Parcheggio P5	160	35	27,9	36	39	0,70
A8 - A7	250	30	55,9	117	128	1,47
Parcheggio P11	315	100	143,5	215	235	7,79
A7 - A5	400	110	310,1	402	445	13,82
B8 - B7	250	80	85,4	117	128	3,93
B7 - B6	315	45	109,8	215	235	3,51
B3 - B4	160	45	24,4	36	39	0,90
B5 - B4	250	75	89,5	117	128	3,68
B4 - B6	315	90	162,7	215	235	7,01
B5 - A5	400	15	272,5	402	445	1,88
A4 - A5	500	130	517,5	724	807	25,51
A5 - A6	630	45	1132,0	1.329	1.495	14,02
A6 - S2	630	15	1132,0	1.329	1.495	4,67
Capacità di invaso totale condotte rete scolante S2						115



LEGENDA

-  Area PUA
-  Superfici impermeabili
-  Superfici permeabili
-  Superfici provviste di raccolta acque in bacini di contenimento

INDIVIDUAZIONE SUPERFICI PERMEABILI ED IMPERMEABILI PRE-INTERVENTO

