

Impianto fotovoltaico		oggetto
Progettazione impianto agrivoltaico SALETTO presso il comune di Bentivoglio (BO)		
Studio idraulico e idrogeologico_rev01		riferimento
CS23015		commessa
CS23015_G.2_Studio idraulico e idrogeologico_rev01		elaborato
		Firma cliente
 Baldo srl		committente
Via Vittorio n° 20 48018 – Faenza (RA)		
 Sede Legale e Operativa: Piazza della Vittoria 8 - Brescia P.Iva e C.F.: 02754830301 T. (+39) 030.2381551 @ info@stream21.it www.stream21.it		attività di coordinamento di ingegneria
		attività di progettazione
Dott. Geol. Umberto Guerra		timbro e firma progettista
Giugno 2023		data

rev	descrizione	data	redazione	verifica	approvazione
01	Integrazione volontaria	07/06/2023	UG	PF	UG

Indice.....	3
1 PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E VALUTAZIONE COMPATIBILITA' RISCHIO ALLUVIONI	6
2.1. PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI	6
2.2. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA'	14
3. INVARIANZA IDRAULICA	15
3.1. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	15
4. INVARIANZA IDRAULICA: CALCOLO VOLUME DI INVASO	20
4.1. DEFINIZIONE DELLA NUOVA SUPERFICIE IMPERMEABILE	20
4.2. PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	21
4.3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE	24

1 PREMESSA

La presente relazione costituisce la Relazione Idraulica ed Idrologica relativa alla realizzazione ed esercizio di nuovo parco agrivoltaico denominato "SALETTO" a cura della società BALDO S.r.L.

Il progetto intende realizzare un impianto a terra per la produzione di energia elettrica rinnovabile da fonte solare (fotovoltaico) con sistema di inseguimento monoassiale est-ovest, da realizzarsi su terreno situato a nord-est dell'abitato di Bentivoglio, comune appartenente all'area metropolitana di Bologna.

Gli areali risultano inseriti in contesto fortemente antropizzato nelle vicinanze della frazione di Saletto e dell'arteria autostradale A1, e sono delimitati a sud da strada comunale, via Bassa Inferiore, a est da canale demaniale in gestione al Consorzio di Bonifica Renana, e confinano poi con altri terreni agricoli.

L'intera superficie risulta destinata all'agricoltura ed è attualmente a coltivata, ed è censita al catasto terreni del comune di Bentivoglio al foglio 15, particelle 30 e 44.

La scelta progettuale prevede di installare i moduli fotovoltaici su strutture modulari in acciaio zincato con palo infisso nel terreno, che consentono di non utilizzare cemento per le fondazioni e di consentire la nascita e la crescita di tappeto erboso inferiormente.

L'impianto sarà destinato alla produzione di energia elettrica ed opererà in parallelo alla rete elettrica del distributore locale per la vendita dell'energia prodotta, ed avrà una potenza di picco pari a 9.282,0 kWp ed una potenza in immissione in rete di 9.172,8 kW.

Qui nel seguito verranno analizzati i temi legati al principio di invarianza idraulica e compatibilità dell'iniziativa con la pericolosità da rischio alluvione desunte dagli studi in merito.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona degli interventi è collocata nell'area agricola del Comune di Bentivoglio (BO), fra le strade comunali via Bassa Inferiore e via della Vita, quest'ultima a più alta percorrenza, ma da cui il campo fotovoltaico non risulta percepibile visivamente, trovandosi a oltre 400 m di distanza.

L'area è lambita a est dal canale Scolo Stagno Inferiore gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

A nord dell'impianto in prossimità dell'accesso sarà costruita con moduli in cemento armato prefabbricato la cabina di ricezione e la cabina utente da cui avrà origine il nuovo cavidotto elettrico in media tensione a 15.000 V che collegherà l'impianto alla stazione AT/MT, localizzata alle coordinate 44°39'2.16"N 11°28'11.09"E, come da preventivo rilasciato da e-distribuzione codice rintracciabilità 340835050. La lunghezza del cavidotto interrato sarà di circa 1.200 m.

L'area del campo fotovoltaico e l'elettrodotto risultano interferenti con canale gestito dal consorzio di Bonifica Renana.

Per risolvere l'interferenza del campo fotovoltaico, sarà lasciata libera una fascia di profondità di 5 m dalla sponda incisa; quindi, sarà posata una siepe con essenze autoctone di mitigazione, rete di recinzione.

I moduli fotovoltaici disteranno dalla sponda 10 m.

Per quanto concerne l'elettrodotto, il cavo a elica 185 mm² correranno in apposito tubo guaina in corrugato flessibile serie pesante, diam. 160 a distanza di 5 m dalla sponda a estradosso tubo.



Figura 1 - Immagine satellitare con inquadramento dell'area di installazione campo fotovoltaico.

L'elettrodotto di connessione interrato MT previsto in progetto risulta interamente in territorio amministrativo comunale di Bentivoglio (BO): la linea di connessione elettrica in MT, percorre il campo contiguo attraversandolo da sud a nord, per svoltare verso est e seguire via della Vita ed accedere quindi alla cabina.



Figura 2 – Percorso dell'elettrodotto su ortofoto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E VALUTAZIONE

COMPATIBILITA' RISCHIO ALLUVIONI

Al fine di verificare la compatibilità dell'area di progetto con le restrizioni vincolistiche applicabili si è proceduto all'individuazione delle interferenze dell'area con le classi di pericolosità da eventi alluvionali desunti dalla pianificazione di bacino.

Considerata la posizione dell'intervento (pianura) non verrà indagata la pericolosità da frana in quanto il fenomeno è assente nelle aree considerate.

2.1. PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.

Il primo ciclo di PGRA si è concluso nel 2016 con la definitiva approvazione e ha svolto la sua azione nel periodo 2016-2021.

Il secondo ciclo di PGRA si è articolato IN DIVERSE FASI che hanno visto la finale elaborazione ed adozione dei PGRA 2021 (Rischio di Alluvioni di seconda generazione).

Attualmente, i primi aggiornamenti del Piano di Gestione del Rischio da Alluvione PGRA 2021-2027 sono stati adottati all'unanimità ai sensi degli art. 65 e 66 del D. Lgs 152/2006 dalle Conferenze Istituzionali Permanenti delle Autorità di bacino distrettuali del fiume Po e dell'Appennino Centrale in data 20 dicembre 2021 e definitivamente approvati Con i DPCM del 1° dicembre 2022, pubblicati sulla GU Serie Generale n.32 del 08-02-2023.

Il PGRA fornisce la mappatura delle aree allagabili, classificate in base alla pericolosità e al rischio e le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi.

Quale ausilio alla consultazione della documentazione la regione ha prodotto in formato PDF le Tavole della pericolosità di alluvioni relative al reticolo dei corsi d'acqua naturali all'interno delle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) di rango regionale nel territorio emiliano-romagnolo secondo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE.

Nelle tavole sono rappresentati i tre scenari di alluvione previsti all'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 relativi ai corsi d'acqua naturali (ambito RP - Reticolo Principale e RSCM - Reticolo Secondario Collinare Montano):

- Scenario di elevata probabilità di alluvioni (P3)
- Scenario di media probabilità di alluvioni (P2)
- Scenario di scarsa probabilità di alluvioni o Scenari di eventi estremi (P1).

e sono distinte in Unità di Gestione (le Unit of Management – UoM):

- ITN008 – Po
- ITI021 – Reno
- ITR081 – Bacini Romagnoli
- ITI01319 – Marecchia-Conca

Nell'ambito dell'attività di aggiornamento delle mappe di pericolosità relative alle Aree a Rischio Potenziale Significative (APSFR) di rango distrettuale e regionale, sono stati prodotti, laddove possibile, i dati inerenti ai tiranti idrici, altezza dell'acqua rispetto al piano di campagna, rappresentati distinti in 5 classi, utilizzando metodologie sperimentali e semplificate (https://www.adbpo.it/PDGA_Documenti_Piano/PGRA2021/Mappe_Rischio_2021/Cartogrammi/)

Relativamente allo scenario P3 (vedasi sotto), il sito non rientra in aree a pericolosità (TAV10tirantiH_ITI021_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001_Reno.pdf)

Tiranti - scenario P3 (elevata probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m

APSFR

Autorità di bacino distrettuale

Limiti regionali

Unità di Gestione (Unit of Management - UoM)

ITN008 Po

ITI026 Fissero-Tartaro-Canalbionco

ITI021 Reno

ITI01319 Marecchia-Conca

ITR081 Bacini Romagnoli

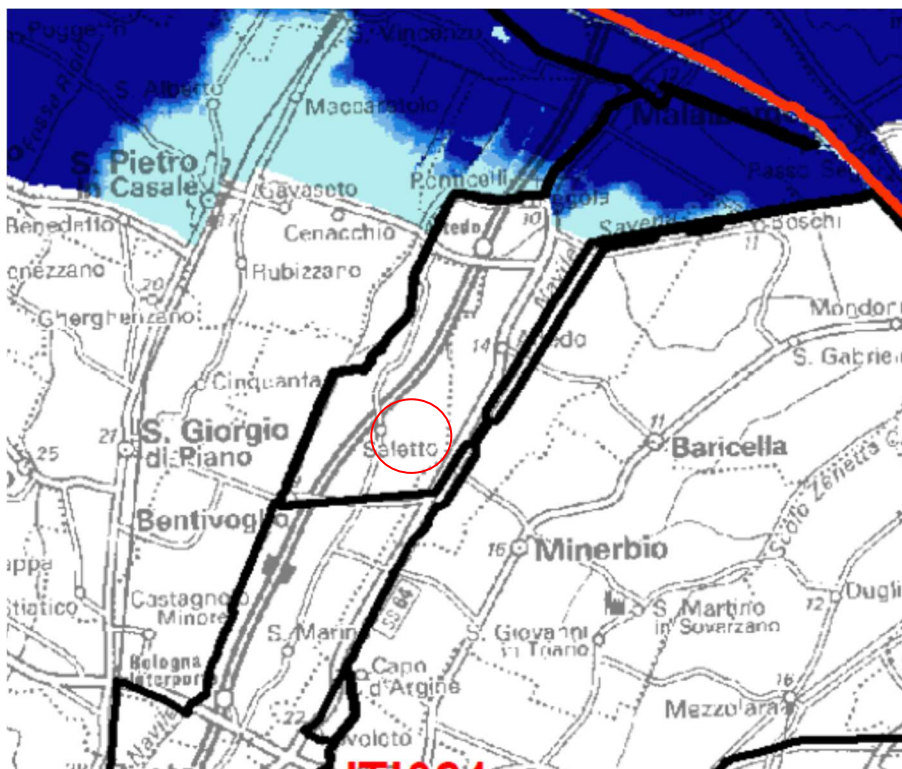


Figura 3 – Tavola 10H, APSFR Tiranti – Fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio di Reno al mare. Il cerchio rosso individua l'area in esame.

Relativamente allo scenario P2 (vedasi sotto), il sito rientra in aree allagabili con tirante inferiore ai 50 cm (TAV10tirantiM_ITI021_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001_Reno.pdf).

Tiranti - scenario P2 (media probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m

APSFR

Autorità di bacino distrettuale

Limiti regionali

Unità di Gestione (Unit of Management - UoM)

- ITN008 Po
- ITI026 Fissero-Tartaro-Canalbiano
- ITI021 Reno
- ITI01319 Marecchia-Conca
- ITR081 Bacini Romagnoli

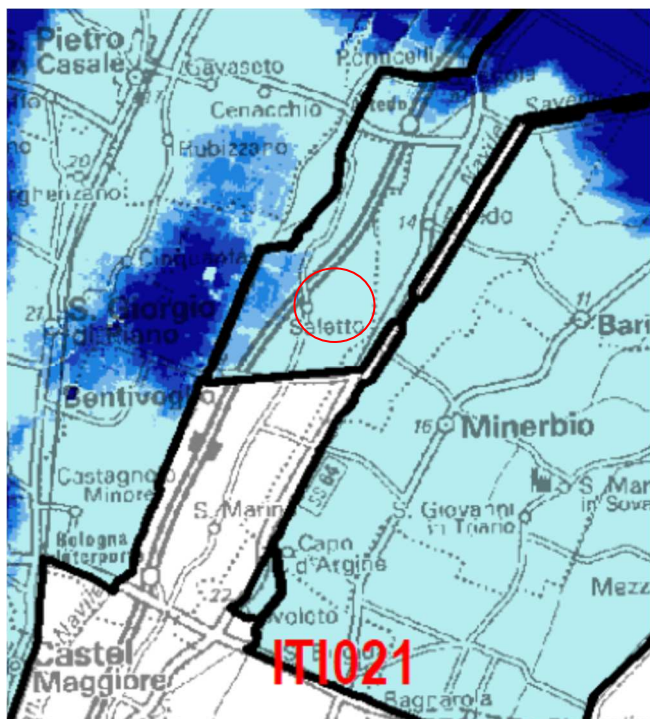


Figura 4 - - Tavola 10, APSFR Tiranti – Fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio di Reno al mare (il cerchio rosso individua l'area in esame).

Relativamente allo scenario P1 (vedasi sotto), il sito rientra in aree allagabili con tirante inferiore ai 50 cm (TAV10tirantiL_ITI021_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001_Reno.pdf).

Tiranti - scenario P1 (scarsa probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m

APSFR

Autorità di bacino distrettuale

Limiti regionali

Unità di Gestione (Unit of Management - UoM)

ITN008 Po

ITI026 Fissero-Tartaro-Canalbiano

ITI021 Reno

ITI01319 Marecchia-Conca

ITR081 Bacini Romagnoli

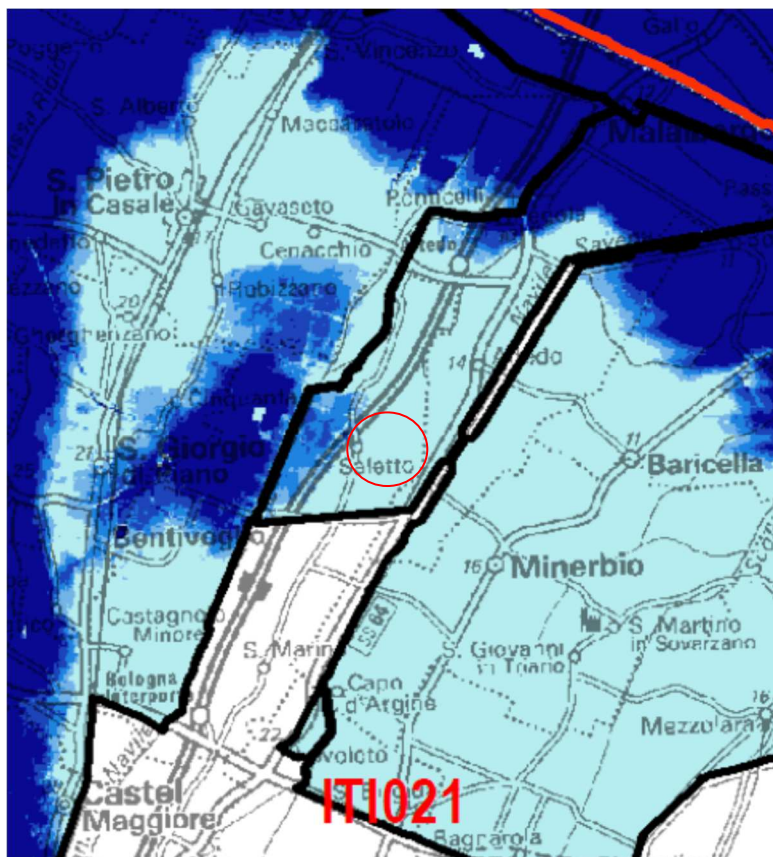


Figura 5 - Tavola 10L, APSFR Tiranti – Fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio di Reno al mare (il cerchio rosso individua l'area in esame).

Relativamente alla fattibilità dell'impianto, occorre pertanto fare riferimento ai contenuti del PSC comunale, come riportato di seguito.

Art 16 NTA PSC – Sistema idrografico –

e) La rete idrografica minore "valliva" e di Bonifica- -

Tutto il territorio comunale è ambito di riferimento per l'applicazione dell'art. 20 del, PSAI "controllo degli apporti d'acqua"; a tal fine nelle zone di nuova edificazione, che verranno attuate con i POC, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, dovranno essere realizzati sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 mc per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinati a parco o a verde compatto. Potranno essere promossi od incentivati sistemi di raccolta delle acque piovane anche nelle aree edificate. Per i terreni agricoli l'adozione di sistemi di drenaggio che modifichino i regimi idraulici è subordinata all'attuazione di sistemi compensativi con un volume pari ad almeno 100 mc/Ha di terreno drenato. - - - -

La rete idrografica minore valliva e di Bonifica è rappresentata dalla rete scolante minore e dalla rete di Bonifica in pianura, di importanza strategica, non è normata né dal PTCP né dal PSAI, quindi si fa riferimento alle presenti norme.

Il complesso dei bacini scolanti riferiti ai corsi d'acqua sopra definiti, costituisce nel suo insieme, l'ambito di riferimento per l'applicazione dell'art. 20 del PSAI e dell'art. 5 del Piano Stralcio per il

sistema idraulico “Navile Savena Abbandonato, ovvero del concetto “dell’invarianza idraulica” riferita agli ambiti di potenziale localizzazione dei nuovi insediamenti urbani. I corsi d’acqua facenti parte di tale ambito, necessitano di verifiche idrauliche sull’efficienza della rete per l’individuazione delle aree ad alta pericolosità di allagamento e l’individuazione del rischio esistente così come regolamentato dalla Direttiva per la sicurezza idraulica approvata dall’Autorità di Bacino il 25 gennaio 2009. Tale Direttiva stabilisce che le aree che saranno definite nei Piani Consortili Intercomunali come inondabili per eventi di pioggia con tempi di ritorno fino a 50 anni o potenzialmente inondabili a meno che, in quest’ultimo caso, studi successivi non dimostrino che tali aree non sono inondabili per eventi di pioggia con i tempi di ritorno fino a 50 anni, potranno essere assoggettate alla normativa di cui al presente articolo, anche con eventuali modifiche ed integrazioni, senza che ciò comporti una procedura di Variante al PSC.

Nei territori facenti parte dei sistemi idrografici di bonifica e fino all’approvazione dei Piani Consortili Intercomunali di cui al precedente punto, la previsione di interventi edilizi che possono incrementare sensibilmente il rischio idraulico rispetto al rischio esistente è sottoposta al parere, riguardante il pericolo d’inondazione delle aree oggetto degli interventi, del Consorzio della Bonifica Renana; nel caso in cui da tale parere risulti che le aree sono inondabili per eventi di pioggia con tempi di ritorno fino a 50 anni, esse potranno essere assoggettate alla normativa di cui al presente articolo, anche con eventuali modifiche ed integrazioni, senza che ciò comporti una procedura di Variante al PSC.

Le trasformazioni urbanistiche dovranno essere subordinate alla verifica idraulica dell’efficienza della rete scolante preliminarmente al POC ed alla contestuale realizzazione di opere volte al contenimento del rischio idraulico, con riferimento ai “Piani Consortili Intercomunali”, con richiesta di parere sulla inondabilità all’Autorità Idraulica competente.

Tutti i nuovi attraversamenti del reticolo idrografico principale, secondario e minore, debbono essere conformi a quanto previsto nella direttiva “Criteri di valutazione della compatibilità idraulica ed idrobiologica delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d’acqua del bacino del Reno”.

All’esterno del territorio urbanizzato, negli alvei attivi ed invasi e nelle fasce di tutela fluviale di cui al presente articolo, è vietata l’installazione di pannelli pubblicitari, permanenti o provvisori, ad eccezione delle insegne e delle preinsegne relative alle attività produttive e ai servizi pubblici e privati ivi esistenti, nonché le indicazioni segnalabili aventi finalità turistica locale.

Sul sito web della Regione (<https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>) si trova la documentazione inerente il PGRA 2021, in particolare gli allegati 2 - APSFR distrettuali:

- 2.1 – Schede monografiche APSFR distrettuali
- 2.2 – Approfondimenti nelle APSFR arginate

Relativamente al primo, per la tematica di interesse, si riportano qui sotto gli stralci più importanti.

“Le aree allagabili erano state individuate sulla base degli studi e delle perimetrazioni dei Piani stralcio per l’Assetto Idrogeologico e di Bacino (PSAI) redatti dal 2000 al 2008, includendo integrazioni e aggiornamenti derivanti dall’attuazione degli interventi dei PSAI o da approfondimenti. In sintesi, tutte le perimetrazioni dei PSAI sono state trasferite nelle mappe di pericolosità assegnando pericolosità elevata (P3) alle individuazioni degli alvei attivi dei corsi d’acqua e delle aree ad alta probabilità d’inondazione mentre pericolosità media (P2) alle pertinenze fluviali. Non sono stati valutati per la redazione delle mappe scenari di cedimento/rottura dei rilevati arginali (rischio residuale) mentre in pianura, l’involuppo dei massimi livelli di piena per determinato TR è

stato utilizzato per individuare i tratti soggetti a potenziale sormonto arginale, da cui poi individuare le aree alluvionabili.”

“La mappatura della pericolosità e del rischio effettuata nel dicembre 2019 ed oggetto di reporting alla Commissione europea, è stata aggiornata in seguito a nuovi approfondimenti specifici condotti sulle APSFR "arginate" ed effettuati con modellazioni bidimensionali (con scenari di allagamento conseguenti a processi di tracimazione e rottura arginale nel caso in cui i profili di piena non siano contenibili con franchi adeguati all'interno dei sistemi arginali) e con analisi specifiche del danno. Per ulteriori informazioni è consultabile l'Allegato 2.2 "Approfondimenti nelle APSFR arginate" della Relazione metodologica del PGRA 2021”.

Relativamente al secondo documento sopra richiamato (Allegato_arginati), si citano gli studi e dati di riferimento. Negli scenari individuati non sono coinvolte le aree in progetto.

Passando invece agli allegati 3-APSFR regionali, si definiscono le modalità di perimetrazione delle aree a pericolosità alluvioni per la APSFR. Qui di seguito si riportano gli elementi di maggiore interesse.

Le mappe di pericolosità dei corsi d'acqua naturali (aste fluviali principali e secondarie) ricadenti nelle APSFR regionali sono state elaborate nel 2019 sulla scorta dei dati disponibili, utilizzando al meglio quanto contenuto nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e nei PTCP (aventi valore ed effetto di PAI ai sensi delle intese) vigenti e nei loro aggiornamenti e il quadro delle conoscenze di cui al PGRA 2015. Oltre alle perimetrazioni già comprese nei PAI e nei PTCP sono stati utilizzati, laddove possibile, studi e approfondimenti recenti, su alcuni limitati tratti fluviali. Il lavoro svolto è consistito, in sostanza, nell'aggiornare, integrare e omogeneizzare quanto contenuto nei PAI vigenti e nelle mappe elaborate nel primo ciclo, al fine di arrivare ad una rappresentazione omogenea e coerente con quanto previsto nell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010. Per completezza, derivando il quadro della pericolosità in modo sostanziale dai PAI vigenti, si sottolinea come anche l'input idrologico utilizzato per la elaborazione delle mappe ai fini della redazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni consista nell'insieme di studi specifici redatti ai fini della predisposizione dei PAI, ai quali si rimanda, pertanto, per maggiori dettagli. E' opportuno, quindi, evidenziare che la definizione di livelli di pericolosità omogenei in funzione dei parametri idraulici nelle APSFR regionali potrà essere completata solo a seguito di una completa rimodellazione idrologico-idraulica e il conseguente aggiornamento delle mappe, soprattutto con riferimento alle aree di pianura, soggette ad esondazione per sormonto dei corsi d'acqua arginati. Proprio per questo motivo, in numerose APSFR regionali, tra le misure del PGRA 2021 individuate, sono ricompresi studi idrologici – idraulici propedeutici sia all'aggiornamento del quadro conoscitivo che alla progettazione di interventi di

mitigazione del rischio (v. paragrafo 4.2); sono, inoltre, previste misure similari anche all'interno del set valido a livello regionale su tutto il territorio (v. paragrafo 4.1).

Allo stato attuale, si sottolinea che nelle APSFR regionali la mappatura della pericolosità del reticolo naturale principale e secondario collinare e montano è stata elaborata fondamentalmente con tre metodi:

1. da studi idrologico-idraulici con modelli idraulici monodimensionali o con calcoli idraulici semplificati per i corsi d'acqua che attraversano le aree più popolate nelle porzioni vallive e collinari e successiva proiezione dei livelli idrometrici massimi sulle quote terreno, derivanti da rilievi topografici o dalle Carte Tecniche Regionali (CTR) a scala 1:5000;
2. da valutazioni di carattere geomorfologico-idraulico per i tratti montani e i corsi d'acqua di minore importanza abbinate allo studio dell'evoluzione fluviale negli ultimi 60 anni, attraverso la cartografie e le foto aeree;
3. da studi idrologico-idraulici con modelli idraulici monodimensionali per i corsi d'acqua di pianura, in prevalenza arginati, e con la valutazione, limitatamente alle aste fluviali arginate delle UoM ITI021, ITR081, ITI01319, delle aree maggiormente colpite dalle esondazioni per sormonto sulla base di metodi semplificati (ad esempio, l'individuazione delle celle idrauliche, aree di territorio delimitate da rilevati e barriere, costituenti invasi delle alluvioni).

In pianura, l'inviluppo dei massimi livelli di piena per determinato TR è stato utilizzato per individuare i tratti soggetti a potenziale sormonto arginale. Dai tratti di sormonto si sono individuate le aree allagabili. Nei tratti di corso d'acqua indagati con modelli idraulici si sono utilizzati rilievi topografici delle sezioni e delle opere trasversali, con distanza media di 500-600 m. Nei restanti tratti del reticolo si sono utilizzate le informazioni derivanti dalle CTR

I modelli idraulici sono stati calibrati e validati sulla base di eventi storici utilizzando le serie misurate integrate con le informazioni di rilievo al suolo delle tracce e degli effetti della piena. Lo studio delle portate di piena è stato effettuato con modelli idrologici afflussi-deflussi, calibrati per eventi storici e gli idrogrammi di progetto derivano da eventi estremi di precipitazione di prefissato TR. Lo studio delle piogge ha eseguito una regionalizzazione delle serie storiche e valutato fattori di crescita per diverse durate (1, 3, 6, 12, 18, 24 ore).

Per le mappe di pericolosità si è adottata una gradazione del livello di confidenza (LC) in tre classi da basso (1) ad alto (3). Le aree ad elevata probabilità di inondazione (P3-H) hanno un LC pari a 3, le aree a moderata probabilità di inondazione (P2-M) generalmente pari a 1 se derivanti dalle celle idrauliche, a 2 se derivanti dal criterio geomorfologico e a 3 se ottenute a partire dai modelli idraulici. Infine le aree di cui allo scenario estremo (P1-L) hanno, generalmente, LC pari 1.

Si è considerato l'effetto a lungo termine della subsidenza nelle aree di pianura vulnerabili. I cambiamenti climatici sono stati valutati indirettamente, applicando condizioni cautelative nei modelli idrologici. Inoltre, la pericolosità individuata è potenziale ossia, in ogni tratto, è valutata supponendo che le piene siano tutte contenute negli alvei nei tratti di monte, questo consente una programmazione degli interventi strutturali che non incida negativamente a monte e a valle. Le mappe del 2019 sono corredate anche dal dato inerente i tiranti idraulici, come previsto dalla Direttiva.

In ragione di quanto esposto e delle problematiche riscontrate, le mappe prodotte dovranno essere in generale sottoposte ad un attento esame anche da parte delle Autorità idrauliche competenti, sulla scorta della loro conoscenza diretta delle dinamiche di allagamento e di sopralluoghi e analisi di campo, al fine di verificare più dettagliatamente i risultati ottenuti ed

orientare le attività successive di aggiornamento delle geometrie delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua e degli studi idraulici. Costituiscono, pertanto, una prima elaborazione che dovrà essere perfezionata e migliorata nei cicli successivi di attuazione della Direttiva.

Per nessuna APSFR è stato possibile al momento stimare le velocità, fatto salvo che per il torrente Tresinaro, per il quale si dispone di un modello bidimensionale. Per gli aspetti di dettaglio si rimanda alle Relazioni specifiche di accompagnamento delle mappe della pericolosità e dei tiranti di cui al secondo ciclo (2019-2020, <https://ambiente.regione.emiliaromagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/mappe-pgra-secondociclo>).

2.2. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA'

Così come riportato nella documentazione progettuale, la realizzazione degli interventi non modifica la pericolosità ed il rischio idraulico; inoltre le cabine elettriche saranno posizionate a quota + 60 cm dal p.c. attuale, ovvero al di sopra del tirante idrico di riferimento.

Relativamente ai moduli FV, essi sono posizionati sempre a quota di sicurezza; mentre i pali di sostegno, opportunamente dimensionati anche per resistere al carico idraulico, non risentono della presenza, comunque sporadica, dell'acqua.

In tal senso, si ritiene l'impianto FV compatibile con le condizioni di rischio idraulico delineate.

3. INVARIANZA IDRAULICA

3.1. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto prevede la produzione di energia elettrica mediante la realizzazione di apposito parco fotovoltaico denominato "SALETO" a cura della società BALDO S.r.L.

Il progetto intende realizzare un impianto a terra per la produzione di energia elettrica rinnovabile da fonte solare (fotovoltaico) con sistema di inseguimento monoassiale est-ovest, da realizzarsi su terreno situato a nord-est dell'abitato di Bentivoglio, comune appartenente all'area metropolitana di Bologna.

L'intera superficie risulta destinata all'agricoltura è attualmente a coltivata ed è censita al catasto terreni del comune di Bentivoglio al foglio 15, particelle 30 e 44.

La scelta progettuale prevede di installare i moduli fotovoltaici su strutture modulari in acciaio zincato con palo infisso nel terreno, che consentono di non utilizzare cemento per le fondazioni e di consentire la nascita e la crescita di tappeto erboso inferiormente.

L'area è lambita a est dal canale Scolo Stagno Inferiore gestito dal Consorzio di Bonifica Renana. A nord dell'impianto in prossimità dell'accesso sarà costruita con moduli in cemento armato prefabbricato la cabina di ricezione e la cabina utente da cui avrà origine il nuovo cavidotto elettrico in media tensione a 15.000 V che collegherà l'impianto alla stazione AT/MT, localizzata alle coordinate 44°39'2.16"N 11°28'11.09"E, come da preventivo rilasciato da e-distribuzione codice rintracciabilità 340835050. La lunghezza del cavidotto interrato sarà di circa 1.200 m.

L'area del campo fotovoltaico e l'elettrodotto risultano interferenti con canale gestito dal consorzio di Bonifica Renana. Per risolvere l'interferenza del campo fotovoltaico, sarà lasciata libera una fascia di profondità di 5 m dalla sponda incisa, quindi sarà posata siepe con essenze autoctone di mitigazione, rete di recinzione. I moduli fotovoltaici disteranno dalla sponda 10 m.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una completa artificializzazione del suolo, tantomeno tale azione risulterà in una perturbazione permanente. Infatti, i moduli verranno inseriti su apposite strutture infisse nel suolo il quale manterrà destinazione agricola, mantenendo inalterate rispetto ad oggi la possibilità di passaggio della fauna. Il suolo naturale, ad impianto attivo potrà essere almeno percorso dalla fauna terrestre (mammiferi), la quale potrà ancora accedere alle aree occupate dall'impianto grazie alla presenza dei varchi previsti nella recinzione. Si può quindi assumere che l'impianto agrivoltaico non costituirà alterazione dell'area che oggi risulta fortemente antropizzata per l'attività agricola, attività che sarà preservata.

I moduli verranno montati in configurazione single portrait su apposite strutture modulari in acciaio zincato infisse nel suolo, a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, seguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica.

Le fasce di rispetto considerate sono le seguenti:

- Fascia di rispetto da canale Scolo Stagno Inferiore, in gestione al consorzio Bonifica Renana: 10 m per installazione moduli fotovoltaici 5 m per messa a dimora siepe di mitigazione;
- Fascia di rispetto via Bassa inferiore: 10 m per la messa a dimora della siepe, i moduli fotovoltaici si troveranno a 15 m da confine stradale;
- Da altra proprietà i moduli fotovoltaici sono installati a 5 m, la siepe è messa a dimora a 0,5 m da confine.

Il generatore fotovoltaico della potenza nominale installata di 9.282,0 kWp sarà costituito da moduli con potenza di 700 Wp cad. collegati elettricamente in stringhe da 26 moduli, che confluiranno ad appositi inverter per una prima trasformazione elettrica da DC ad AC 800V.

Il progetto prevede anche la connessione alla rete elettrica nazionale di media tensione in conformità alle modalità stabilite nella STMG spedita al Proponente nel dicembre 2022, codice rintracciabilità 340835050.

L'area, come si evince dal rilievo presentato nelle tavole progettuali, è sostanzialmente pianeggiante, ed attualmente coltivata a granaglie, pertanto non saranno richieste opere di movimento terra per livellamento, a meno di quanto strettamente necessario per la creazione delle strade bianche permeabili che consentiranno la circolazione dei mezzi, degli operatori per la manutenzione dell'impianto.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici non comporterà una completa artificializzazione del suolo, tantomeno tale azione risulterà in una perturbazione permanente. Infatti, i moduli verranno inseriti su apposite strutture infisse nel suolo sul quale si assisterà ad inerbimento. Resteranno inalterate rispetto ad oggi la possibilità di passaggio della fauna, garantito da varchi realizzati nella recinzione. Il suolo naturale, ad impianto attivo potrà essere almeno percorso dalla fauna terrestre (mammiferi), la quale potrà ancora accedere alle aree occupate dall'impianto grazie alla presenza dei varchi previsti nella recinzione. Si può quindi assumere che l'impianto fotovoltaico non costituirà alterazione dell'area che oggi risulta fortemente antropizzata per l'attività agricola.

I moduli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale est-ovest che, attraverso appositi motori, inseguiranno l'altezza del sole modulando la loro inclinazione per ottimizzare la produzione elettrica.

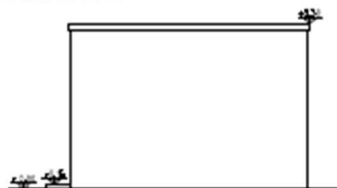
La cabina consegna e i 5 cabinati di trasformazione saranno sopraelevati da terra di 60 cm sia per mettere in sicurezza gli impianti elettrici, sia per non causare ostacolo allo scorrere delle acque qualora si dovesse registrare un'esondazione dei canali.

L'area sarà recintata con opportuna recinzione sostenuta da paletti infissi nel terreno con passo 2 m.

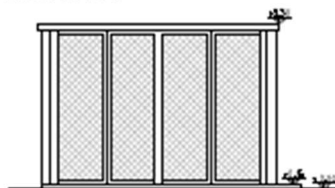
Qui di seguito si riportano i dettagli della cabina di consegna.

pag. 17 di 25

PROSPETTO A



PROSPETTO C



PROSPETTO B



PROSPETTO D

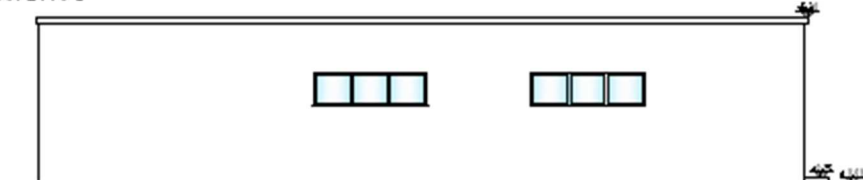
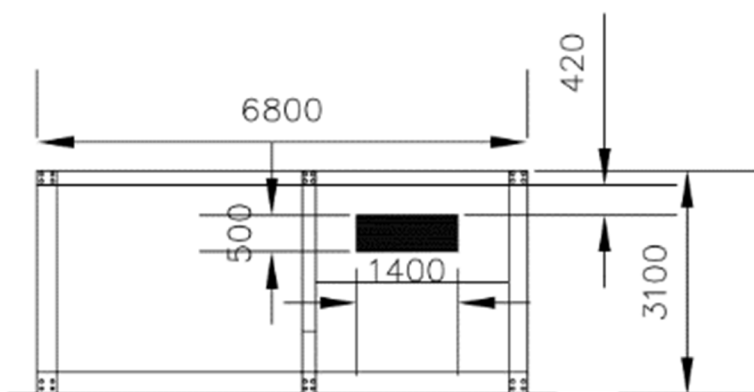


Figura 7 – Prospetti cabina di consegna

Qui di seguito si riportano i dettagli delle cabine inverter.



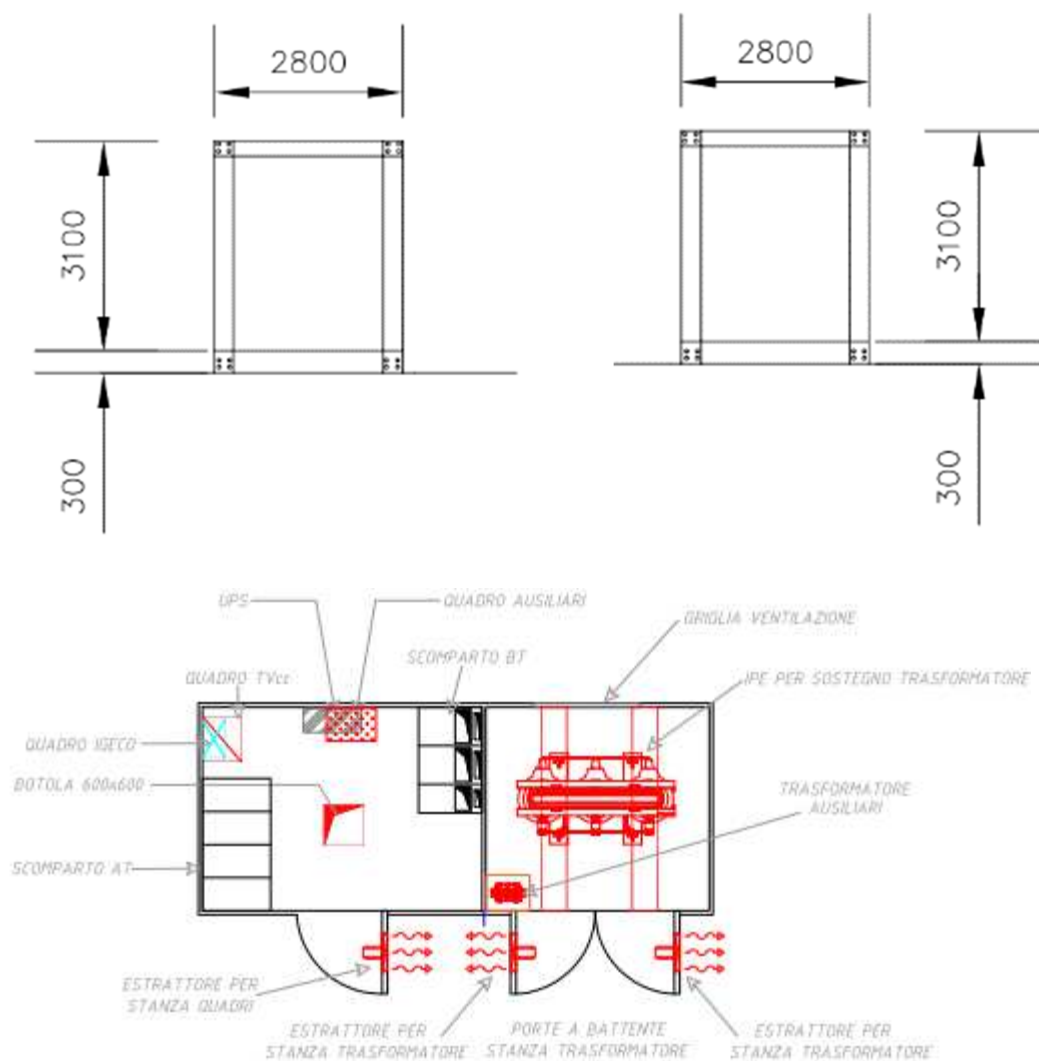


Figura 8 - Prospetti e piante del cabinati di campo (locale trasformatori, le dimensioni sono riportate in millimetri)

4. INVARIANZA IDRAULICA: CALCOLO VOLUME DI INVASO

Si riporta qui nel seguito i calcoli e le assunzioni utilizzate per la stima dell'invarianza idraulica dell'intervento in progetto, secondo le "Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura" (allegato A alla deliberazione n. 1/3 del 5/03/2014).

Le linee guida sono articolate in due parti: nella prima sono contenuti i metodi e i dati necessari per calcolare, in riferimento a specificate esigenze di sicurezza e di utilizzo dell'acqua piovana, i volumi dei sistemi di raccolta necessari per soddisfare tali esigenze; nella seconda parte sono sommariamente descritte, anche mediante possibili schemi funzionali riportati a puro titolo esemplificativo, alcune tipologie dei sistemi di raccolta delle acque piovane.

Obiettivo delle Linee Guida è quello di fornire ai Comuni e ai progettisti dei piani urbanistici attuativi uno strumento operativo per:

- interpretare ed applicare correttamente la norma relativa agli apporti d'acqua presente nella pianificazione dell'Autorità di bacino del Reno;
- una pianificazione finalizzata a realizzare interventi in cui i sistemi di gestione dell'acqua offrano prestazioni tali da rispondere adeguatamente, anche oltre ai requisiti minimi imposti dalle normative di settore, alle esigenze sempre maggiori di sicurezza idraulica, di risparmio della risorsa acqua e paesaggistiche.

4.1. DEFINIZIONE DELLA NUOVA SUPERFICIE IMPERMEABILE

Qui nel seguito si elencano le opere e le superfici che contribuiscono totalmente o parzialmente a nuova impermeabilizzazione.

MODULI FV		
n moduli	13260	
Sup tot moduli reale	41190	m
inclinazione considerata	0	°
S modulo	3.106	mq
S proiettato a terra	3.106	mq
S tot moduli FV	41190	mq

CABINA INVERTER		
L inverter	6.8	m
b inverter	2.8	m
S inverter	20	mq
n inverter	5	
S tot inverter	100	mq

CABINA CONSEGNA		
-----------------	--	--

rev	descrizione	data	redazione	verifica	approvazione
01	Integrazione volontaria	07/06/2023	UG	PF	UG

L consegna	11.25	m
b consegna	2.65	m
S consegna	31	mq
n consegna	1	
S tot consegna	31	mq

PISTA		
L pista interna	1123	m
B pista interna	3	m
S pista interna	3369	mq
L pista esterna	448	m
B pista esterna	4	m
S pista esterna	1792	mq
Base cabine	145	mq
S tot piste e piazzali	5306	mq

La tabella seguente riepiloga il calcolo delle superfici impermeabili (cabinati, moduli FV) e semipermeabili (piste sterrate) e del coefficiente di deflusso medio ponderale.

Superfici scolanti di progetto						
			A	ϕ'	Aimp	ϕ
			mq	Val. Aree Omogenee	mq	Medio Ponderale
Superficie totale scolante del bacino			46 627			
Sotto aree impermeabili			41 321	1	41321	
sotto aree semi permeabili			5 306	0.5	2653	
sotto aree permeabili collettate			0	0.3	0	
Superficie scolante impermeabile					43974	0.94

Tabella 1 – Tabella riepilogativa delle nuove superfici totali scolanti di progetto (solo impermeabili e semipermeabili). Per le sotto aree permeabili collettate, non presenti nello specifico, si considerano le aree verdi che concorrono al sistema di invarianza idraulica, quali, ed es. giardini muniti di caditoie, giardini pensili, ecc...

4.2.PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Il calcolo del volume di laminazione è finalizzato a valutare le prestazioni dei sistemi di scolo dei complessi insediativi in termini di capacità di smaltimento delle acque meteoriche. In particolare, attraverso la procedura nelle linee guida è possibile determinare il volume di laminazione minimo atto a contenere parte delle acque di un evento di pioggia, caratterizzato da un determinato tempo di ritorno, al fine di garantire la sicurezza idraulica degli interventi e di limitare entro valori prestabiliti le portate scaricate nel corpo idrico recettore.

Le attività per il calcolo del volume di laminazione sono così riassunte:

- definizione, da parte dell'Autorità idraulica competente, della Q_{Umax} (Portata massima scaricabile, espressa in metri cubi all'ora; tale portata, nel caso di scarico diretto nel corpo idrico recettore è definita dall'Autorità idraulica competente che definirà anche la quota

dell'acqua nel corpo idrico recettore (h_1) in riferimento alla quale, considerando completamente invasati i volumi per la raccolta delle acque piovane, dovrà essere progettato il sistema di smaltimento affinché non sia mai superata la Q_{Umax} ; nel caso di scarico indiretto attraverso le fognature, la Q_{Umax} potrà essere definita anche dall'ente gestore delle fognature stesse).

- calcolo di massima dei principali elementi del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in funzione di Q_{Umax} :
 - Nel caso in cui lo sbocco del collettore di valle sia rigurgitato o la lunghezza della tubazione sia superiore a 5 metri si adotta la seguente formula:

$$D = \beta \cdot \left(\frac{Q_{Umax}^2}{\Delta h} \cdot L \right)^{0.1875}$$

dove: D rappresenta il diametro interno della tubazione [m], β è un coefficiente numerico che vale 0,0146 per tubazioni in calcestruzzo o 0,0139 per tubazioni in materiale plastico; Δh rappresenta la differenza di livello tra il pelo libero nell'invaso e nel ricettore di valle [m]; Q_{Umax} è la portata da smaltire [m³/ora]; L è la lunghezza della tubazione [m].

- calcolo della Q_{Umin} mediante la seguente formula

$$Q_{Umin} = \alpha \cdot \left(\frac{\Delta h \cdot D^{5.33}}{L} \right)^{0.5}$$

- dove: D rappresenta il diametro interno della tubazione [m], α è un coefficiente numerico che vale 78558 per tubazioni in calcestruzzo o 89781 per tubazioni in materiale plastico; Δh rappresenta la differenza di livello tra il pelo libero nell'invaso e nel ricettore [m]; Q_{Umin} è la portata smaltibile [m³/ora]; L è la lunghezza della tubazione [m].

Nel caso specifico l'Autorità idraulica competente, il Consorzio di Bonifica Renana, definisce in **10 l/s per ettaro** di superficie impermeabilizzata la portata massima scaricabile che, applicata al caso in questione, definisce una Q_{Umax} pari a ca. 56-47 l/s (167-168 mc/h).

In funzione della Q_{Umax} si ottiene il seguente valore di D:

CALCOLO EFFLUSSO RIGURGITATO					
portata deflusso foro	Q_{Umax}	167.8572	mc/h		
differenza livello pelo libero	Δh	0.25	m		
diametro interno foro	D	0.214837	m		
lunghezza tubazione	L	15	m		
coefficiente numerico	β	0.0146	calcestruzzo	0.0139	plastica
Portata massima scaricabile	Q_{sc}	46.627	l/s		

Tabella 2 – Calcolo diametro tubazione.

Il diametro commerciale più vicino al calcolo prevede un diametro interno pari a 20 cm (vedasi immagine seguente).



NORMALE standard

Codice prodotto	Diametro interno in cm	Spessore in cm	Lunghezza in cm
910101	10	2,7	100
910102	15	3,0	100
910104	20	3,0	100

FORATO su commessa

Codice prodotto	Diametro interno in cm	Spessore in cm	Lunghezza in cm
910201	10	2,7	100
910202	15	3,0	100
910204	20	3,0	100

CON SOLCATURA su commessa

Codice prodotto	Diametro interno in cm	Spessore in cm	Lunghezza in cm
911304	20	3,0	100

Figura 9 – Esempio tubazioni commerciali.

La tabella seguente riporta invece il calcolo della Qumin:

CALCOLO Qumin					
portata deflusso foro	Qumin	139.1104	mc/h	38.64179	
differenza livello pelo libero	Δh	0.25	m		
diametro interno foro	D	0.2	m		
lunghezza tubazione	L	15	m		
alfa	α	78558	calcestruzzo	89781	plastica

Tabella 3 – Calcolo Qumin

Si procede ora al calcolo di VL come di seguito indicato, dove VL è il Volume di laminazione espresso in metri cubi (VL) e costituisce il volume invasato dai sistemi di raccolta quando viene superata una determinata portata (denominata portata di laminazione) derivante dallo scolo delle acque piovane da una data area; tale volume deve essere svuotato in tempi brevi al fine di renderlo sempre disponibile per altre laminazioni:

- definizione, da parte del progettista, di TRc (indicativamente, maggiore od uguale a 50 anni);
- calcolo di VL mediante la seguente formula:

$$VL = Ve - Vu$$

dove: Ve è il volume che affluisce nella vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (tpc) che è il tempo, espresso in ore, per il quale si massimizza VL ed il cui valore massimo è convenzionalmente posto pari a 72 ore.

$$V_e = \phi \cdot S_N \cdot a \cdot t_{pc}^n$$

Vu è il volume che defluisce dalla vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (tpc):

$$V_u = Q_{U\min} \cdot t_{pc}$$

$$t_{pc} = \left(\frac{Q_{U\min}}{\phi \cdot S_N \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

in cui:

- ϕ è il coefficiente di afflusso, orientativamente compreso tra 0,8 (zone residenziali a bassa densità) e 1 (zone industriali e commerciali).
- a, espresso in metri/ore, ed n sono i parametri che caratterizzano la curva di possibilità pluviometrica ed i cui valori sono indicati, per ogni comune, nella tabella "P" successivamente riportata.

Tab. P - Parametri che caratterizzano le curve di possibilità pluviometrica in pianura

PROV.	COMUNE	TR=2 anni		TR=30 anni		TR=50 anni		TR=100 anni		TR=200 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
BO	BENTIVOGLIO	0,0246	0,2731	0,0418	0,2241	0,0459	0,2241	0,0517	0,2165	0,0576	0,2091

La tabella seguente riporta tutti gli elementi per il calcolo:

Volume di laminazione	VL	4627.191	mc
Volume che affluisce	Ve	5263.042	mc
Volume che defluisce	Vu	635.8513	mc
Tempo di pioggia critico max	tpc max	72	h
Tempo di pioggia critico	tpc	4.570838	h
coefficiente di afflusso	ϕ	0.94	
Superficie netta scolante	Sn	46627	m ²
parametro a	a	0.0459	
parametro n	n	0.2241	
altezza tirante nel bacino	h	0.3	m
superficie bacino	sup	15423.97	m ²

Tabella 4 – Calcolo del volume di laminazione, altezza del tirante nel bacino e conseguente superficie del bacino.

4.3.DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE

Il sistema di laminazione sarà costituito da un bacino a cielo aperto di superficie stimata pari a ca. 15'424 mq con in cui l'acqua viene raccolta dal drenaggio superficiale e restituita nel Scolo Stagno inferiore. Il battente previsto è pari a 30 cm.

La restituzione nel canale avverrà tramite tubazione in cls di lunghezza stimata pari a 15 m e diametro interno pari a 20 cm, portata stimata di poco inferiore ai 50 l/s, così come indicato nei capitoli precedenti.