

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 1 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

EMERGENZA GAS
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE
(DL 17.05.2022 , N. 50)
FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA
SISTEMA DI CORREZIONE DELL'INDICE DI WOBBE
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA -



0	Emissione per Permessi	V.Lucarini	A.Gigliotti	M.Begini	20/09/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

INDICE

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 2 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

1.	GENERALITÀ'	3
1.1	Introduzione	3
1.2	Normativa di Riferimento	5
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	6
2.1	Ubicazione e caratteristiche d'uso del suolo	6
2.2	Lineamenti geologici e geomorfologici dell'area di intervento	6
2.3	Idrografia e Idrogeologia	7
2.4	Interferenze con aree a rischio idraulico (P.A.I.)	8
3.	CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA	13
3.1	AREA DEL SISTEMA DI CORREZIONE DELL'INDICE DI WOBBE	13
3.2	Funzionamento del sistema delle vasche di prima e seconda pioggia.	15
3.3	Sistema di convogliamento acque allo Scolo Marini di Levante	16
4.	CONCLUSIONI	17
5.	ALLEGATI	18

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 3 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

1. GENERALITÀ'

1.1 Introduzione

Scopo del presente documento è la verifica della invarianza idraulica dell'opera in progetto che prevede trasformazioni del suolo che provocano una variazione di permeabilità superficiale esclusivamente nelle seguenti aree:

- Impianto di correzione dell'Indice di Wobbe adiacente al PDE

Nell'affrontare lo studio delle aree e dei sistemi necessari a garantire l'invarianza idraulica si è proceduto nel seguente modo:

- 1- Misurazione e calcolo dello stato ante operam e post operam delle aree permeabili e impermeabili di progetto;
- 2- Definizione della classe di intervento, secondo quanto riportato nella seguente tabella;

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

- 3- Calcolo del volume di invaso necessario;
- 4- Verifica e definizione del sistema necessario per la garanzia dell'invarianza idraulica.

Al fine di mantenere inalterate le caratteristiche idrologico - idrauliche delle aree in oggetto e di perseguire una politica attiva di invarianza idraulica, per l'impianto in progetto si è considerata una superficie territoriale oggetto di intervento di circa **1900 m²** e, come evidenziato nel capitolo successivo, una impermeabilizzazione di circa **1900 m²**.

Per il calcolo del volume d'invaso si utilizza la formula del "Metodo dell'invaso", che assimila il comportamento di un bacino a quello di un serbatoio nel quale arriva una portata Q1 e dal quale esce, attraverso una luce, una portata Q2.

La portata Q1, generalmente variabile nel tempo [$Q1 = Q1(t)$], rappresenta la portata di deflusso meteorico che si "scarica" sul bacino, mentre la portata Q2, anch'essa variabile nel tempo, è quella che transita nella sezione di chiusura del bacino medesimo a seguito dell'evento di pioggia.

Il serbatoio è dotato di una propria capacità [W] la quale simula il volume immagazzinato nella rete idrografica che corre a monte della sezione di chiusura.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 4 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

Il volume minimo di invaso secondo la formula del Metodo dell'invaso è calcolato con la seguente espressione:

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P \quad (1)$$

- w° : volume di riferimento che è pari a
 - $w^{\circ} = 100-150 \text{ m}^3/\text{ha}$ nei territori di bonifica;
 - $w^{\circ} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ nei territori impermeabilizzati in ambito urbano;
- Φ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione pari a:
 - $\Phi = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}$;
- Φ° coefficiente di deflusso prima della trasformazione pari a:
 - $\Phi^{\circ} = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ}$;
- $n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali – si veda ad es. CSDU, 1997 -);
- I e P espressi come frazione dell'area trasformata [%]:
 - $I + P = 100 \%$;
- Imp e Per : frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^{\circ}$) o dopo (se non c'è l'apice $^{\circ}$).

Nella Direttiva del PAI dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli par. 7.2, si definiscono i seguenti criteri:

- Se l'intervento ricade nella classe “Modesta impermeabilizzazione potenziale”, i volumi disponibili per la laminazione dovranno soddisfare i requisiti dimensionali di cui all'espressione (1) sopra descritta. In questo caso:
 - Le condotte o stramazzi di scarico, che recepiscono l'acqua a valle non dovranno avere dimensioni superiori a 200 mm;
 - I tiranti idrici consentiti non dovranno essere maggiori di 1,00 metro;
- Se l'intervento ricade nella classe “Significativa impermeabilizzazione potenziale”: le condotte o gli stramazzi di scarico dovranno essere dimensionati in modo tale da garantire che la portata massima defluente dopo la trasformazione sia la stessa di quella precedente all'impermeabilizzazione per:
 - Durata pioggia almeno 2 ore;
 - Tempo di ritorno di 30 anni;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 5 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

Se l'intervento ricade nella classe "Marcata impermeabilizzazione potenziale", è necessario uno studio idrologico-idraulico con una valutazione dell'idrogramma di piena prima e dopo la permeabilizzazione.

Il caso del sistema di correzione dell'indice di Wobbe rientra nella Classe di Intervento di "modesta impermeabilizzazione potenziale".

1.2 Normativa di Riferimento

Per la redazione della relazione in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica con le seguenti disposizioni:

- **D.Lgs. 23 febbraio 2010** "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla gestione dei rischi di alluvioni"
- **D. Lgs. 152/2006** "Norme in materia ambientale"
- **L. 34/96** "Disposizioni in materia di risorse idriche"
- **D.M. 19/08/2003** "Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque"
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Autorità dei Bacini Romagnoli**, Variante di coordinamento PAI_PGRA (DGR 2112/2016)
- **Aggiornamento e Revisione del Piano di gestione del Rischio di Alluvione – Il ciclo di gestione – Distretto del Fiume Po**
- **Direttiva per la sicurezza idraulica – P.A.I. – Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 6 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

2.1 Ubicazione e caratteristiche d'uso del suolo

L'area interferita, in base all'analisi degli strumenti urbanistici, un'area agricola di più antica formazione.

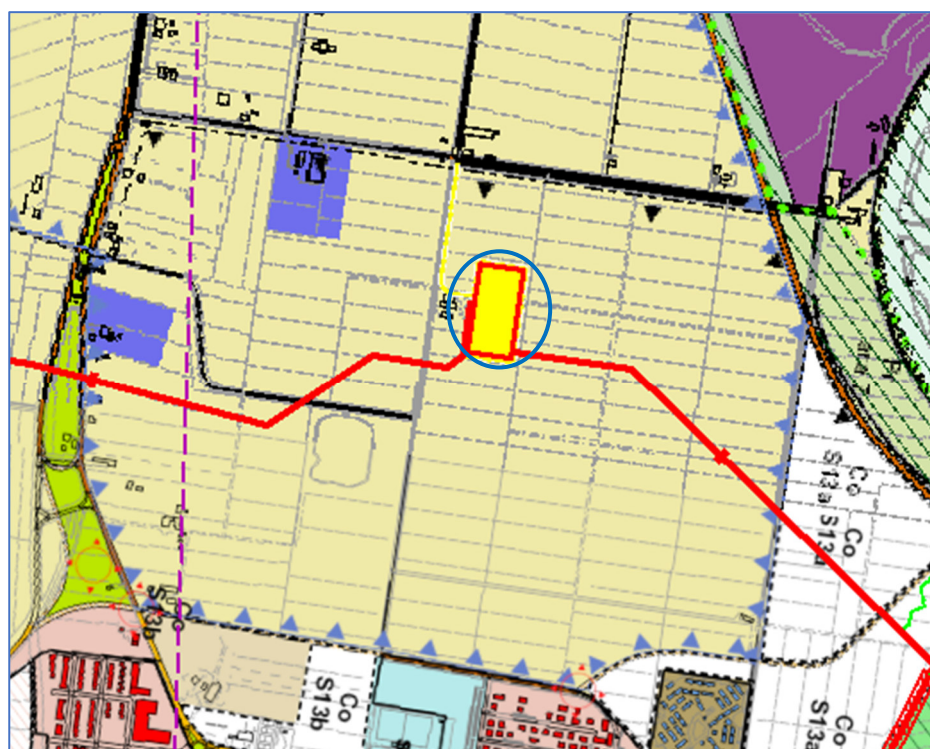


Figura 2-1 – Stralcio della tavola dell'uso del suolo degli strumenti urbanistici del Comune di Ravenna, cerchiata in blu l'area di studio.

2.2 Lineamenti geologici e geomorfologici dell'area di intervento

La zona è caratterizzata da depositi prevalentemente argillosi limosi dell'Unità di Modena. Dal punto di vista morfologico, l'area è il risultato della complessa interazione di processi fluviali, marini costieri e tidali che hanno caratterizzato la dinamica deposizionale tardo-olocenica. Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza. La subsidenza è il fenomeno geodetico di abbassamento della superficie terrestre causato da cambiamenti che avvengono nel sottosuolo per cause sia naturali e sia artificiali; esso rappresenta un fattore di rischio nelle aree intensamente urbanizzate per la popolazione soggetta ad inondazione o per le strutture ad elevato carico statico, quando l'abbassamento del terreno è particolarmente consistente o quando la topografia è già depressa e vicina, o addirittura al di sotto del livello del mare. Il territorio ravennate è da sempre interessato dal fenomeno della subsidenza tanto che i resti archeologici individuati nel sottosuolo della città mostrano che Ravenna fu più volte interessata da cosiddette "crisi subsidenziali", con periodica ricorrenza durante tutti i suoi tre millenni di vita. Nell'area, infatti, la compattazione naturale dei depositi sedimentari e le cause tettoniche concorrono a produrre tassi di abbassamento valutabili nell'ordine dei 3-5 mm/anno circa. A

File dati: REL-COMP-E-35022_r0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 7 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

partire dal secondo dopoguerra il territorio ravennate è stato interessato da marcati fenomeni di abbassamento a causa dell'incremento indotto dalla subsidenza antropica, che ha accelerato quella naturale, soprattutto per l'elevato emungimento di acqua dal sottosuolo per scopi industriali e, in misura minore per scopi irrigui.

Per il dettaglio della geologia e dell'idrogeologia si rimanda alla relazione geologica REL-CGB-E-35070.

2.3 Idrografia e Idrogeologia

L'idrografia della zona limitrofa all'impianto in progetto è fortemente antropizzata, con arginature, regolarizzazioni d'alveo e rettifiche, fino a raggiungere, negli areali di bonifica, caratteri di completa artificialità con molteplici situazioni di scolo meccanico delle acque meteoriche.

I corsi d'acqua principali, a sud dell'impianto, sono rappresentati dal F. Ronco e dal F. Montone, entrambi corsi naturali che si originano sulla catena appenninica a monte di Forlì e che, raggiunto l'abitato di Ravenna, confluiscono formando i Fiumi Uniti, con sbocco al mare tra Lido di Dante e Lido Adriano.

In alcune porzioni del territorio regionale la conformazione altimetrica è in continua evoluzione a causa della subsidenza che ha modificato e aggravato le condizioni di transito delle piene.

In tale ambito i fenomeni meteorici possono determinare esondazioni che, pur caratterizzate da velocità e tiranti idrici modesti, interessano ampie porzioni di territorio, con impatti sul medesimo e sui beni esposti non indifferenti.

Il reticolo idrografico minore, in passato soggetto a diffusi interventi di tombinamento, deviazione, irrigidimento, a causa della crescente domanda di trasformazione urbanistica del territorio, oggi è ugualmente insufficiente a supportare i regimi di deflusso attuali, resi più gravosi dal cambiamento di uso del suolo e dall'impermeabilizzazione di vaste aree rurali.

Da un punto di vista idrogeologico, secondo lo studio condotto da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998), nell'ambito del territorio della pianura romagnola si possono riconoscere diversi corpi acquiferi, posti a varie profondità, separati da diversi livelli impermeabili più o meno potenti.

L'acquifero freatico è spesso legato ad una circolazione in terreni misti costituiti generalmente da alluvioni e depositi di palude salmastra, con potenze da pochi metri sino ad oltre 10 m, che sovrastano il banco sabbioso litorale. Nell'area di studio il livello isofreatico risulta molto superficiale.

Si segnala, inoltre, il problema della contaminazione salina dell'acquifero freatico costiero. La salinizzazione è aumentata notevolmente negli ultimi decenni e sta minacciando i terreni agricoli e gli ecosistemi naturali della zona costiera ravennate, come pinete, dune costiere e lagune.

Il processo di salinizzazione è causato principalmente da due fattori: l'intrusione dell'acqua di mare e la risalita di acque salmastre dalla base dell'acquifero. Il primo fenomeno è favorito dal gradiente idraulico che si genera da mare verso l'entroterra a causa della modesta elevazione dell'area (su cui incide anche la subsidenza) e dalla forte opera di drenaggio delle idrovore costrette ad abbassare la tavola d'acqua. Il secondo processo, ovvero la risalita di acque salmastre dalla base dell'acquifero, avviene sempre ad opera delle idrovore, in quanto, riducendo il carico idraulico favoriscono la risalita di acque profonde con salinità, molto spesso, superiori all'acqua di mare. Gli impianti di sollevamento idraulico, essendo localizzati lontano dalla costa, generano un cono di depressione avente la massima profondità ad ovest delle Pinete storiche. In questo modo si genera una cella di flusso molto ampia che richiama acqua direttamente dal mare.

File dati: REL-COMP-E-35022_r0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 8 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

Per il dettaglio della geologia e dell'idrogeologia si rimanda alla relazione geologica REL-CGB-E-35070.

2.4 Interferenze con aree a rischio idraulico (P.A.I.)

Nel presente Studio verrà analizzata esclusivamente la sezione dei Piani Stralcio vigenti relativa al rischio idraulico e di alluvione.

Il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dei Bacini Romagnoli, che affronta in maniera organica per tutto il territorio di competenza le tematiche del rischio idraulico (Titolo II – Assetto della rete idrografica) e del dissesto dei versanti (Titolo III – Assetto idrogeologico), è stato adottato in forma di progetto fin dal 27 aprile del 2001 ed approvato (impianto originario) dalla Giunta Regionale il 17 marzo 2003 (DGR 350/2003).

Per il rischio idraulico (Titolo II) la norma prevede la perimetrazione di:

- AREE AD ELEVATA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE (Art. 3): sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di espansione del corso d'acqua in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore a 30 anni, valutato convenzionalmente con le procedure di analisi adottate dall'Autorità di Bacino.
- AREE A MODERATA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE (Art. 4): sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di espansione del corso d'acqua in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore a 200 anni, valutato convenzionalmente con le procedure di analisi adottate dall'Autorità di Bacino.
- AREE DI POTENZIALE ALLAGAMENTO (Art. 6): sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, nonché di sormonto degli argini da parte di piene dei corsi d'Acqua principali di pianura, in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore ai 200 anni, senza apprezzabili effetti dinamici.

Relativamente alla pericolosità idraulica, la Direttiva 2007/60/CE inerente la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva Alluvioni o Floods Directive) è stata recepita con D. Lgs. 49/2010.

Le sue finalità sono quelle di istituire un quadro di riferimento per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni ed il suo punto di arrivo è rappresentato dalla redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), il quale contiene tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni e fissa come principali target:

1. Obiettivi per la salute umana;
2. Obiettivi per l'ambiente;
3. Obiettivi per il patrimonio culturale;
4. Obiettivi per le attività economiche.

La Direttiva Alluvioni pone la necessità di individuare unità territoriali di gestione del rischio, dette Aree a Rischio potenziale Significativo di Alluvioni (APSFR), laddove le condizioni di rischio potenziale sono particolarmente significative ed è necessario attuare politiche e misure specifiche e coordinate (art. 5 Direttiva 2007/60/CE e art. 5 D.Lgs. 49/2010).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 9 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

Nel distretto del fiume Po, le APSFR si articolano in aree di livello distrettuale e regionale. Le APSFR Distrettuali corrispondono a nodi critici di rilevanza strategica in cui le condizioni di rischio elevato o molto elevato coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza, numerose infrastrutture di servizio e le principali vie di comunicazione, per le quali si rende necessario un coordinamento delle politiche e delle scelte a livello di distretto e di più regioni.

Le APSFR di livello regionale sono individuate, invece, laddove si riscontrano situazioni di pericolosità media ed elevata, conseguenti a portate di piena tali da generare criticità di tipo torrentizio e fluviale e coinvolgere aree inondabili di estensione medio/grande, che, pur richiedendo complessi interventi di mitigazione del rischio che comportano effetti alla scala di intero bacino idrografico o di ampi settori del reticolo idrografico, possono essere gestite a livello di singola Regione.

Le APSFR regionali sono state individuate in Regione Emilia-Romagna nell'ambito della prima fase del secondo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE (valutazione preliminare del rischio di alluvioni, dicembre 2018) e rappresentano una novità, in quanto nel primo ciclo (PGRA 2016) la gestione del rischio era organizzata per aree omogenee.

Anche le attività di elaborazione del PGRA 2021, come quelle del PGRA 2015, vedono il territorio della Regione Emilia-Romagna, ricadente nel distretto del fiume Po, suddiviso in 4 Unità di Gestione (Unit of Management-UoM):

- UoM ITN008, coincidente con il bacino del fiume Po;
- UoM ITI021, coincidente con il bacino del fiume Reno;
- UoM ITR081, coincidente con i bacini dei fiumi romagnoli;
- UoM ITI01319 coincidente con i bacini dei fiumi Conca, Uso e Marecchia e bacini minori afferenti alla costa.

La localizzazione e estensione delle APSFR regionali è stata definita sulla base di un metodo di valutazione del rischio definito dall'Autorità di bacino e applicato in modo omogeneo su tutto il distretto, e coincide con il perimetro massimo delle aree allagabili caratterizzate da una maggiore presenza di elementi esposti al rischio. In alcuni casi, in relazione alla continuità dell'esposizione lungo l'intera asta fluviale, l'APSFR regionale riguarda tutto il corso d'acqua da monte alla sua confluenza, in altri, tratti significativi di esso, spesso localizzati a monte di APSFR distrettuali; in casi residuali, infine, le APSFR sono localizzate nell'intorno di uno o più centri abitati.

Rispetto a tale quadro e alle criticità specifiche di ciascuna APSFR e del territorio, la Regione ha individuato, in stretta collaborazione con l'Autorità di bacino e le Autorità idrauliche competenti, il set di misure e azioni da attuare nei sei anni successivi all'approvazione del PGRA al fine della mitigazione del rischio, distinguendole in misure di prevenzione e protezione (Parte A del PGRA) e di preparazione e ritorno alla normalità (Parte B). In particolare, le misure definite nel PGRA 2021 per il territorio della Regione Emilia-Romagna hanno le seguenti caratteristiche:

- possono avere valenza distrettuale;
- possono ricadere all'interno del perimetro di una APSFR distrettuale;
- possono interessare le APSFR regionali: in tal caso consistono generalmente nella elaborazione di studi idrologici/idraulici, nella progettazione e/o realizzazione di opere localizzate, quali casse di espansione o laminazioni naturali, in interventi diffusi, quali piani

File dati: REL-COMP-E-35022_r0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 10 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

di manutenzione, programmi di gestione della vegetazione e dei sedimenti, ecc. Quando la APSFR regionale è adiacente o contigua alla APSFR distrettuale, le misure previste sono fra loro strettamente coordinate;

- possono interessare aree molto più vaste della specifica APSFR, coincidenti con l'intera Unit of Management o l'intero territorio regionale, in tal caso, le misure sono sia di tipo non strutturale che strutturale e fanno riferimento sia alle azioni del tempo differito (Parte A del Piano) che del tempo reale (misure di preparazione e ritorno alla normalità).

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 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.

Le mappe del 2019 sono corredate anche dal dato inerente i tiranti idraulici, come previsto dalla Direttiva.

Oltre ai due piani stralcio elaborati dall'Autorità di Bacino, si è preso in considerazione anche il RUE (Regolamento Urbanistico Edilizio) del comune di Ravenna, dove sono perimetrate le aree soggette ad ingressione marina, in cui vengono riportate delle prescrizioni a cui sottoporre gli interventi di edificazione.

PAI-PGRA

Per quanto riguarda le Norme Tecniche di Attuazione del PAI vigente, il titolo II art. 3 "Aree ad elevata probabilità di esondazione" riporta che:

Comma 1: Le aree di cui al presente articolo sono quelle, nelle quali si riconosce la possibilità di espansione del corso d'acqua in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore a 30 anni, valutato convenzionalmente con le procedure di analisi adottate dall'Autorità di Bacino
Comma 3. Nelle aree di cui al presente articolo sono altresì consentiti i seguenti interventi a condizione che essi non aumentino sensibilmente il livello di rischio comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse e non precludano la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio:

- interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio, nuovi manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico e dei relativi manufatti di servizio riferiti a servizi essenziali e non

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 11 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili.

I progetti relativi ai suddetti interventi dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'autorità idraulica competente. L'art. 6 "Aree di potenziale allagamento" comma 2 impone che "Al fine di ridurre il rischio nelle aree di potenziale allagamento la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, opere infrastrutturali, reti tecnologiche, impiantistiche e di trasporto di energia sono subordinate all'adozione di misure in termini di protezione dall'evento e/o di riduzione della vulnerabilità."

Il titolo IV, che compete l'area di costa, nell'art. 16 "Aree interessate da alluvioni frequenti e poco frequenti o rare" comma 1, riporta che "Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3) o poco frequenti (P2), le amministrazioni comunali, nell'esercizio delle attribuzioni di propria competenza opereranno in riferimento alla strategia e ai contenuti del PGRA e, a tal fine, dovranno:

- aggiornare i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile, conformi a quanto indicato nelle linee guida nazionali e regionali, in cui siano specificati lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico.
- assicurare la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità d'inondazione caratterizzante le aree facenti parte del proprio territorio, valutando la sostenibilità delle previsioni relativamente al rischio idraulico, facendo riferimento alle possibili alternative localizzative e all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone spostate.
- consentire, prevedere e/o promuovere, anche mediante meccanismi incentivanti, la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità alle inondazioni di edifici e infrastrutture."

RUE

L'art. IV.1.14 comma 7 del RUE, riprende i principi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli vigente e impone che "Nelle "Aree di potenziale allagamento" di cui all'art. 6 del suddetto Piano Stralcio dei Bacini Regionali Romagnoli e s.m.i., come individuate nella cartografia allegata alla variante del Piano (Tavv. 223O, 223E, 240O e 240E e per come recepite dalla tavola RUE 10.4), e tenuto conto dei tiranti idrici di riferimento individuati nell'allegato 6 alla "Direttiva per le verifiche ed il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica" approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s.m.i. e per come recepite dalla tavola RUE 10.4.1, valgono le seguenti prescrizioni:

- non deve essere aumentato il livello di rischio per esposizione di beni e persone ad eventi di alluvione o di frana, rispetto alla situazione esistente alla data del 15/03/2012 (data di pubblicazione dell'avviso di approvazione della Variante cartografica e normativa al Titolo II – Assetto della rete Idrografica)
- il piano terra, l'accesso ai vani e le aperture per aerazione dovranno essere posti a quota superiore al tirante idrico
- dovranno essere assunti tutti gli accorgimenti atti a limitare o annullare gli effetti prodotti dai potenziali allagamenti alle reti tecnologiche ed impiantistiche."

Dall'analisi delle mappe delle aree a rischio idraulico, emerge l'interferenza dell'opera in progetto con l'area di classe P3/pericolosità con probabilità elevata e con la macroarea, che comprende l'intera area di pianura dei bacini romagnoli, di potenziale allagamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 12 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

L'impianto ricade inoltre nell'area soggetta ad ingressione marina perimetrata dal RUE di Ravenna.

Il RUE norma anche le aree perimetrata di ingressione marina con l'art. IV1.14 comma 8:

“Il RUE individua con apposito perimetro nelle tavole RUE 2 e nella tavola RUE 3.2 (Città a conservazione morfologica: Marina di Ravenna) le Aree soggette ad ingressione marina. In dette aree l'edificazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni:

a) per interventi di NC, RE con totale demolizione e ricostruzione sono vietati locali interrati e seminterrati; il piano di calpestio di tutti i locali abitabili dovrà essere posto ad almeno quota + m 1,70 rispetto alla quota zero della rete di livellazione comunale per lo studio della subsidenza e comunque a + m 0,20 rispetto alla quota del colmo strada, escludendo quelle poste su arginature. Parametri e indici, sono calcolati a partire da detta quota. Tale quota è ridotta a + m 1,40 per i piani di calpestio dei portici e dei locali di servizio e a + m 1,00 per le attrezzature esterne (campi da tennis, campi da gioco, parcheggi...) e per le strutture temporanee a servizio di pubblici esercizi di cui all'art. XI.2.3. Le recinzioni devono essere realizzate in modo da non impedire il riflusso delle acque e limitarne l'ingressione. L'area scoperta deve essere opportunamente sistemata con idoneo sistema di smaltimento delle acque superficiali.

d) Opere di urbanizzazione. Il piano stradale e le relative pertinenze (marciapiedi, percorsi pedonali, parcheggi, ecc.) devono essere posti a quota + m 1,70 rispetto alla quota zero della rete di livellazione comunale, ad esclusione dei raccordi con strade esistenti. La realizzazione di nuove opere infrastrutturali, reti tecnologiche ed impiantistiche e/o interventi di manutenzione su quelle esistenti, sono subordinati all'adozione di misure di riduzione di rischio mediante la realizzazione di idonei accorgimenti atti a limitare o ad annullare gli effetti prodotti dagli allagamenti e/o ingressione marina. Tali accorgimenti devono risultare da apposita relazione tecnica illustrativa.”

Per il dettaglio sulla valutazione della compatibilità idraulica dell'opera si rimanda all'elaborato “Relazione di compatibilità idrologica-idraulica” (REL-COMP-E-35024).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 13 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

3. CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

3.1 AREA DEL SISTEMA DI CORREZIONE DELL'INDICE DI WOBBE

L'area, in località Punta Marina (RA), interferita dal Sistema di Correzione Indice di Wobbe, è un terreno agricolo.

Il nuovo impianto sarà recintato con pannelli in grigliato di ferro zincato alti 2.30 m e fissati, tramite piantana di acciaio, su cordolo di calcestruzzo armato dell'altezza dal piano campagna di circa 40-60 cm. Sopra la recinzione saranno posti in opera tre ordini di filo spinato, in modo da impedire l'ingresso agli estranei. L'area su cui sorgerà il sistema di correzione dell'indice di Wobbe, adiacente all'area dell'Impianto PDE FSRU di Ravenna e Impianto di regolazione DP 100-75 bar, sarà pavimentata con cls. Sarà accessibile mediante cancello in grigliato metallico. Altre aree saranno lasciate a verde (incolte). All'interno dell'area in esame sarà posta una sottostazione elettrica, air coolers e un capannone con impianti tecnologici. Non sono previsti servizi igienici e relativi scarichi.

In questo studio, il calcolo dell'invarianza idraulica non considera: le aree dell'Impianto PDE FSRU di Ravenna e Impianto di regolazione DP 100-75 bar, la recinzione e la strada di accesso impianto, in quanto già oggetto di studio di invarianza idraulica nella relazione Rif. N. REL-COM-E-35037.

Nel rispetto degli obiettivi dell'invarianza idraulica, la situazione idraulica esistente risulta essere:

SITUAZIONE IDRAULICA ANTE OPERAM		
Superficie Fondiaria interessata [m ²]	Superficie impermeabile esistente [m ²]	Superficie permeabile esistente [m ²]
1900	0	1900

L'intervento sulle aree prevede le seguenti trasformazioni:

SITUAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO POST OPERAM		
Superficie Fondiaria interessata [m ²]	Superficie impermeabile di progetto [m ²]	Superficie permeabile restante [m ²]
1900	1900	0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 14 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

Il calcolo del volume di invaso risulta essere quindi:

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	1900.00	m ²
ANTE OPERAM			
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	m ²
Imp°	=	0.00	
Superficie permeabile esistente (mq)	=	1900.00	m ²
Per°	=	1.00	
Imp° + Per°	=	1.00	
POST OPERAM			
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	1900	m ²
Imp	=	1.00	
Superficie permeabile di progetto	=	0	m ²
Per	=	0.00	
Imp + Per	=	1.00	
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA			
Superficie trasformata/livellata	=	1900	m ²
I	=	1.00	
Superficie agricola inalterata	=	0	m ²
P	=	0.00	
I + P	=	1.00	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 15 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM										
Φ°	$\frac{0.9 \times Imp^\circ + 0.2}{x Per^\circ}$	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	= 0.20
Φ	$\frac{0.9 \times Imp + 0.2}{x Per}$	=	0.9	x	1.00	+	0.2	x	0.00	= 0.90
W	$\frac{w = w^\circ}{(\Phi/\Phi^\circ)^{(1/(1-n))} - 15 l - w^\circ P}$	=	50	x	18.04	-	15	x	1.00 - 50	x 0.00 = 886.88 m ³ /ha
W°	50 m ³ /ha									
(Φ/Φ°)	4.50									
$(1/(1-n))$	1.92									
VOLUME MINIMO DI INVASO		(886.88	:	10000.00)x	1900.00	=	168.51	m ³

Per garantire l'invarianza idraulica, si prevedono due vasche, una di prima e una di seconda pioggia, al fine di laminare le acque meteoriche dilavanti dalle superfici rese impermeabili nell'area del sistema di correzione dell'Indice di Wobbe (vedere tavola delle Aree per Invarianza Idraulica n. MI-I-A-35277), per poi convogliarle nello scolo consorziale Marini di Levante, tramite condotta a pelo libero opportunamente dimensionata.

Il volume minimo di invaso da far defluire è risultato, dai calcoli, pari a 168.51 mc, con una portata ammissibile sul corpo recettore pari a 3.80 l/s.

3.2 Funzionamento del sistema delle vasche di prima e seconda pioggia.

Le acque meteoriche dilavanti le aree pavimentate di impianto (escluse le strade e coperture edifici già analizzate nella relazione n. REL-COM-E-35037) saranno convogliate alla vasca di prima pioggia, dimensionata per contenere i primi 15 min di pioggia. Le acque verranno conservate nella suddetta vasca per la durata temporale prevista dalla normativa regionale (48/72 ore), durante la quale le acque verranno sedimentate. Al termine di questo periodo le acque verranno inviate al package di disoleazione, per garantire il trattamento finale delle acque di prima pioggia prima del convogliamento allo scolo Marini di Levante, che avverrà tramite un sistema di pompaggio adeguato al rispetto dei limiti allo scarico.

Le acque di seconda pioggia, ovvero successive ai primi 15 min di pioggia, verranno convogliate alla vasca di seconda pioggia, dimensionata per gestire un evento meteorico di 24 ore, prevedendo che il sistema di pompaggio in essa contenuto venga attivato al raggiungimento del livello minimo necessario all'innescio della pompa e inviate poi allo scolo Marini di Levante.

Le vasche hanno una capacità di invaso utile pari a circa 152 mc, pari a oltre il 90% del volume minimo di invaso calcolato. Grazie al sistema di pompaggio di circa 4 mc/h previsto, nelle vasche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 16 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

saranno garantiti livelli di acque meteoriche non superiori all'80% dei massimi ammissibili da design.

3.3 Sistema di convogliamento acque allo Scolo Marini di Levante

Come illustrato nel paragrafo precedente, dalle vasche di prima e seconda pioggia, le acque meteoriche sono estratte tramite sistema di pompaggio. Sono quindi convogliate con condotta in pressione fino ad un pozzetto di quiete di 1 mc di volume (dimensioni 1m x 1m x 1m), posto a circa 9 m dallo scolo consorziale. Il pozzetto è dotato di un setto diaframmatico, per ridurre la turbolenza dell'acqua in arrivo e, nella parte inferiore, la presenza di fori permette la dispersione di parte dell'acqua in arrivo tramite infiltrazione. Il drenaggio sarà agevolato da uno strato di ghiaia posta attorno al pozzetto.

Dal pozzetto l'acqua è convogliata a pelo libero, tramite tubo in pvc di diametro esterno 90 mm, allo scolo. Utilizzando la Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, considerando un riempimento del 50%, con una pendenza pari a 0.002m/m ed un coefficiente di Gauckler-Strickler per tubi in PVC pari a 120, si ottiene una portata pari a 0.001146 mc/s (1.15 l/s). Il tubo sverserà la suddetta portata (tramite valvola di clapet) nello scolo Marini di Levante, ad una altezza di 1.80 m da fondo alveo.

Il Regolamento di Polizia Idraulica, approvato con Delibera n.049 del 09/04/2015 dal Consiglio di Amministrazione, regola il massimo rilascio specifico nei cavi di bonifica in tutto il comprensorio del Consorzio di Bonifica della Romagna con una portata unitaria ante-operam di 10 l/s/ha, tramite tubo con pendenza minima di 0.2%.

Nel caso specifico, andando ad intervenire su una superficie pari a 1900 mq, la portata ammissibile di rilascio nello scolo non deve superare i 1.9 l/s. Come riportato sopra, **la portata che verrà convogliata a pelo libero nello scolo sarà pari a circa 1.15 l/s, tramite tubo di diametro 80 mm e pendenza 0.2 %, soddisfacendo quindi i limiti imposti dal Regolamento di Polizia Idraulica e dalla Direttiva Pai paragrafo 7.2 (caso modesta impermeabilizzazione).**

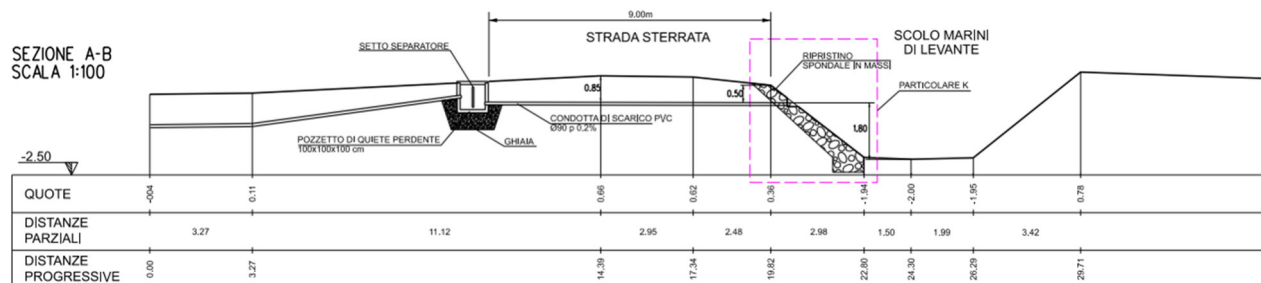


Fig. 3.1.A - Particolare sezione dello scarico delle acque meteoriche del Sistema di Correzione Indice di Wobbe nello Scolo Marini di Levante

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 17 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

4. CONCLUSIONI

Dall'analisi di superficie effettuata tramite fotointerpretazione e dai sopralluoghi diretti in campo sono stati delineati gli elementi geologici, morfologici, idrogeologici generali per le aree interessate dal progetto.

In particolare per le aree in esame non emergono problematiche rilevanti in quanto la morfologia dei tratti investigati non pongono particolari problemi da un punto di vista geomorfologico. Si tratta di un'area a morfologia sub-pianeggiante, destinata prevalentemente a seminativi. La zona è caratterizzata da depositi prevalentemente argillosi limosi dell'Unità di Modena.

L'area interessata dagli interventi di realizzazione del nuovo impianto è classificata dal PSC del Comune di Ravenna come area a destinazione agricola.

Dall'analisi delle mappe delle aree a rischio alluvione del PAI-PGRA vigente, emerge l'interferenza dell'opera in progetto con l'area di classe P3/pericolosità con probabilità elevata e con la macroarea, che comprende l'intera area di pianura dei bacini romagnoli, di potenziale allagamento.

L'impianto ricade inoltre nell'area soggetta ad ingressione marina perimetrata dal RUE di Ravenna (per la valutazione di compatibilità idrologica-idraulica si rimanda al relativo studio REL-COMP-E-35024).

L'area su cui sorgerà il sistema di correzione dell'indice di Wobbe, adiacente all'area dell'Impianto PDE FSRU di Ravenna e Impianto di regolazione DP 100-75 bar, sarà pavimentata con cls. Sarà accessibile mediante cancello in grigliato metallico. Altre aree saranno lasciate a verde (incolte). All'interno dell'area in esame sarà posta una sottostazione elettrica, air coolers e un capannone con impianti tecnologici. Non sono previsti servizi igienici e relativi scarichi.

Dal calcolo di invarianza idraulica svolto con la formula del "Metodo dell'invaso" è emerso un volume minimo di invaso pari a 168.5 mc, per tale volume sarà garantita l'invarianza idraulica tramite un sistema di vasche di prima e seconda pioggia, opportunamente dimensionate, che, tramite una pompa, lamineranno le acque di dilavamento delle nuove aree impermeabilizzate durante gli eventi meteorici, convogliandole nello scolo consorziale Marini di Levante. Lo scarico nello scolo avverrà tramite tubo in pvc in cui scorrerà una portata a pelo libero stimata, tramite formula di Chezy, pari a circa 1.15 l/s. Il passaggio da portata in pressione a portata a pelo libero è garantito grazie ad un pozzetto di quiete posto a circa 9 m dallo scolo.

La portata di 1.15 l/s, insieme al diametro del tubo (20 mm) e la pendenza dello stesso (0.2%) garantiscono il rispetto delle restrizioni imposte dalla Direttiva PAI paragrafo 7.2 e dal Regolamento di Polizia Idraulica del Consorzio di Bonifica della Romagna.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	DOC. REL-COMP-E-35022	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Pagina 18 di 18	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-001-20-RT-E-5022

5. ALLEGATI

ALLEGATO 1 SISTEMA DI CORREZIONE DELL'INDICE DI WOBBE – AREE PER INVARIANZA IDRAULICA - MI-I-A-35277