



PROGETTO DEFINITIVO

COMUNE DI ORBETELLO (GR)

IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE
ELETTRICA PER VENDITA DI ENERGIA

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

ELABORATO:

01

SCALA:

-

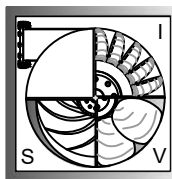
NOME FILE:

COMMITTENTE:

AIEM GREEN SRL
V.le C. A. d'Europa, 9/G
45100 Rovigo
CF/P.IVA 01627270299

AIEM GREEN S.r.l.
Viale C. Alleati d'Europa 9/G
45100 ROVIGO (RO)
P.IVA 01627270299

CONSULENTE IDRAULICO:



Ing. David Voltan
STUDIO VOLTAN INGEGNERIA
VIA L. EINAUDI, 24 - 45100 - ROVIGO
Tel 0425 475433
Fax 0425 475433
Mob 347 6412123
email studiovoltan@libero.it
WEB www.webalice.it/studiovoltan/

PROPRIETARI:

- PIRA PIETRO
C.F.: PRIPTR78P26E2020
- PIRA MATTEO
C.F.: PRIMTT82S18G088P

PROGETTAZIONE:



Via Davila, 1
35028 Piove di Sacco (PD)
P.IVA 04048490280
Tel. 0425/1900552
email: info@progettando.tech
Progettista: Dott. Ing. Dario Turolla

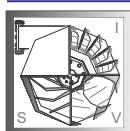
Revisione	Data	Note	Redatto	Controllato	Approvato
00	LUGLIO 2023	Prima emissione	DV	FG	DT

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Questo documento è di proprietà di Progettando s.r.l. e sullo stesso si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta di Progettando s.r.l. Su richiesta dovrà essere prontamente reinvio a Progettando s.r.l.

SOMMARIO

1	PREMESSE.....	2
1.1	Inquadramento Catastale.....	5
2	ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO.....	6
3	IL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA.....	20
3.1	Metodologia generale di analisi.....	22
3.2	Stato attuale dei luoghi e previsioni di progetto.....	22
4	ACCORGIMENTI PROGETTUALI.....	25
5	ANALISI STATISTICA DELLE PIOGGE.....	27
5.1	Curva pluviometrica adottata.....	27
6	CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE.....	28
7	REALIZZAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO RICHIESTI.....	33
8	PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE.....	34
8.1	Tipologie degli interventi di manutenzione.....	34
8.2	Manutenzione ordinaria.....	34
8.2.1	Manutenzione preventiva.....	35
8.2.2	Manutenzione correttiva.....	35
8.3	Manutenzione straordinaria.....	35
9	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....	35
9.1	Sottoprogramma dei controlli.....	37
9.2	Sottoprogramma degli interventi di manutenzione.....	37
10	CONCLUSIONI.....	38



1 PREMESSE

La presente relazione di compatibilità idraulica è a corredo del progetto definitivo a firma della società Progettando Srl con sede in via Davila 1 nel Comune di Piove di Sacco (PD), per la realizzazione di un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel Comune di Orbetello (GR), su un'area posta a Nord rispetto al Fiume Albegna e al centro abitato della frazione Albinia, a cavallo della Strada della Bonifica 3. Tale area è attraversata rispettivamente a nord e al centro dai canali "Canale Principale N.2" e "Canale Secondario N.2", entrambi affluenti del Fiume Albegna. L'impianto vede la sua collocazione su un terreno identificato dal RU del Comune di Orbetello come "ZONA E: area destinata all'attività agricola e forestale" come riportato nell'immagine seguente (estratto RU). Tale impianto si estenderà su una superficie di circa 93,8 Ha.

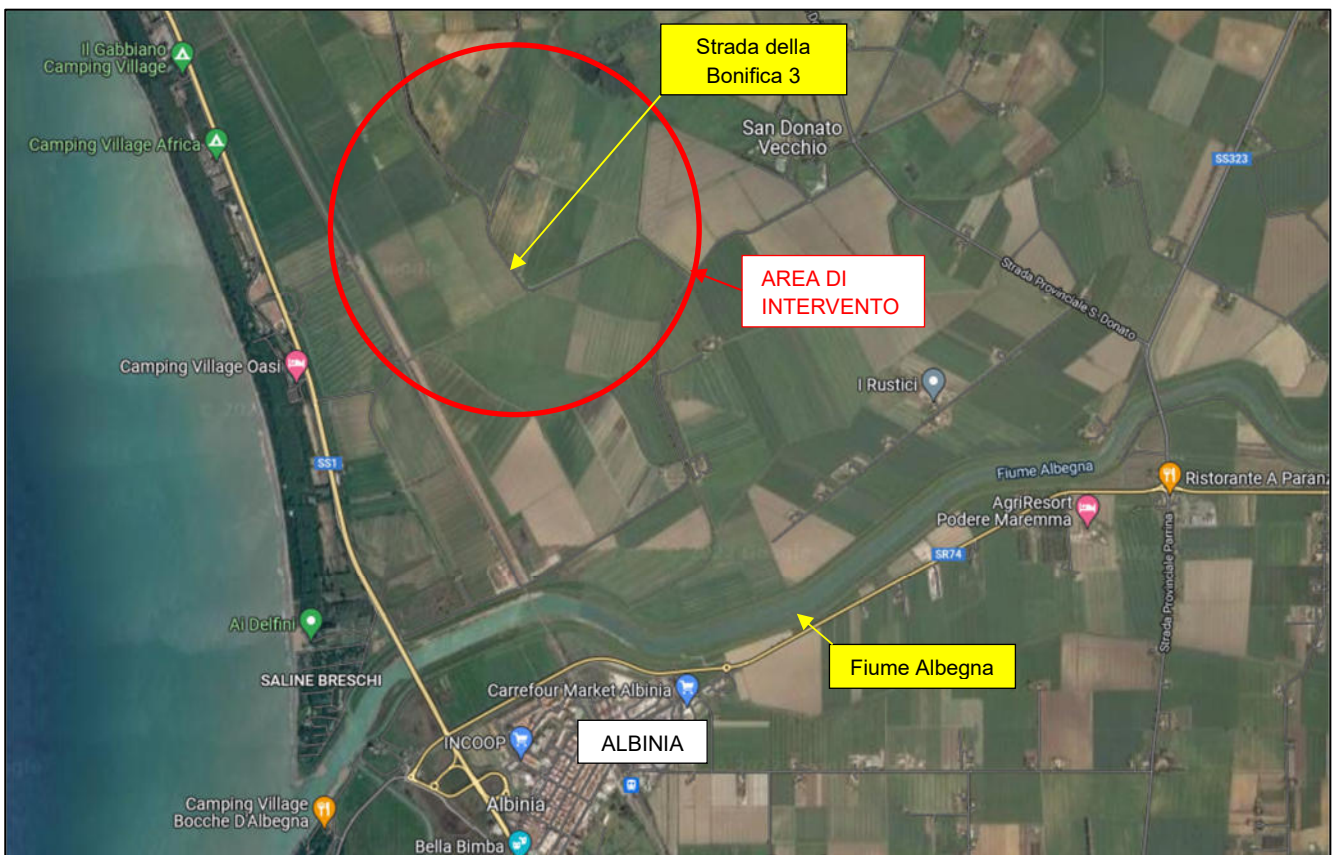


FIG. 1 - ORTOFOTO DELL'AREA DI INTERVENTO



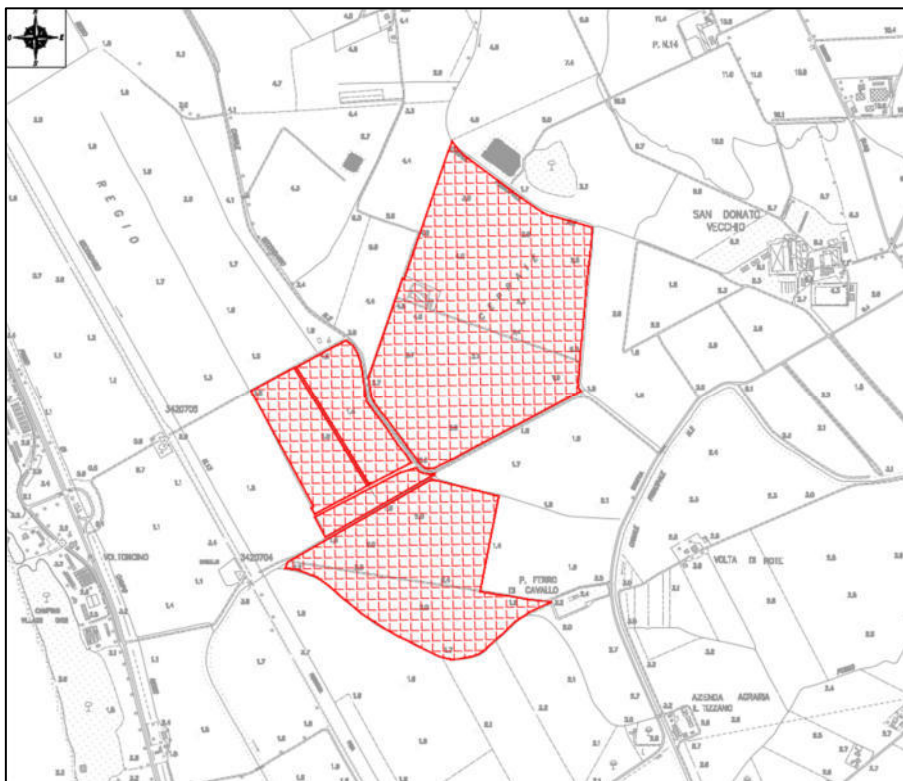


FIG. 3 – ESTRATTO CTR CON SOVRAPPOSIZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO RETINATE IN ROSSO



FIG. 4 – ORTOFOTO CON SOVRAPPOSIZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO



1.1 Inquadramento Catastale

L'area oggetto del progetto è individuata catastalmente al Censuario del Comune di Orbetello, Foglio 23, Particelle 118, 119, 22, 509, 510, 511, 513, 514, 472, 499, 127, 14, 15, 16 e Foglio 24 Particelle 213, 214, 215, 217, 82. Di seguito si riporta l'estratto della planimetria catastale dell'area di intervento, con l'area destinata all'impianto evidenziata in rosso.

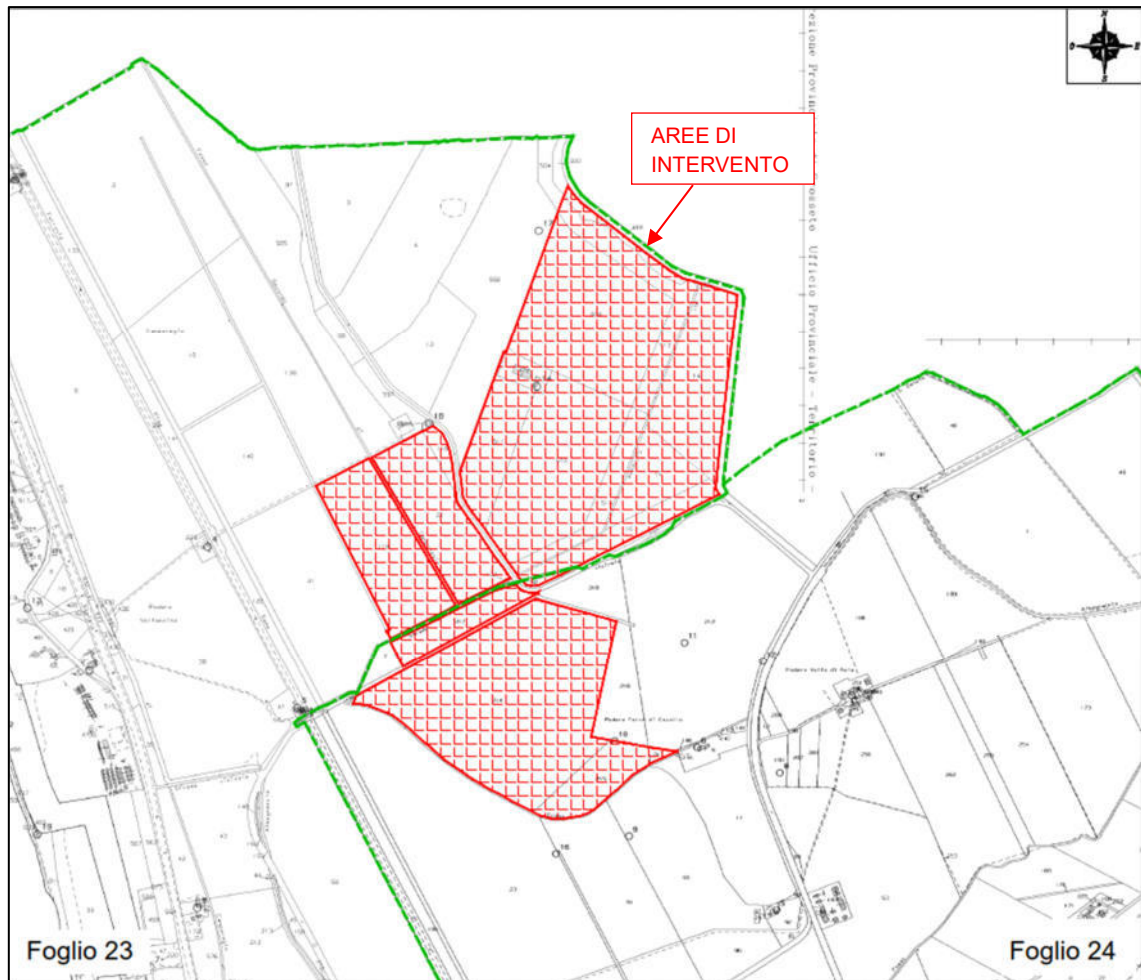


FIG. 5 - ESTRATTO MAPPA CATASTALE CON INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO

L'impianto vede la sua collocazione su un terreno identificato dal RU del Comune di Orbetello come "ZONA E: area destinata all'attività agricola e forestale" come riportato nell'immagine seguente (estratto RU).



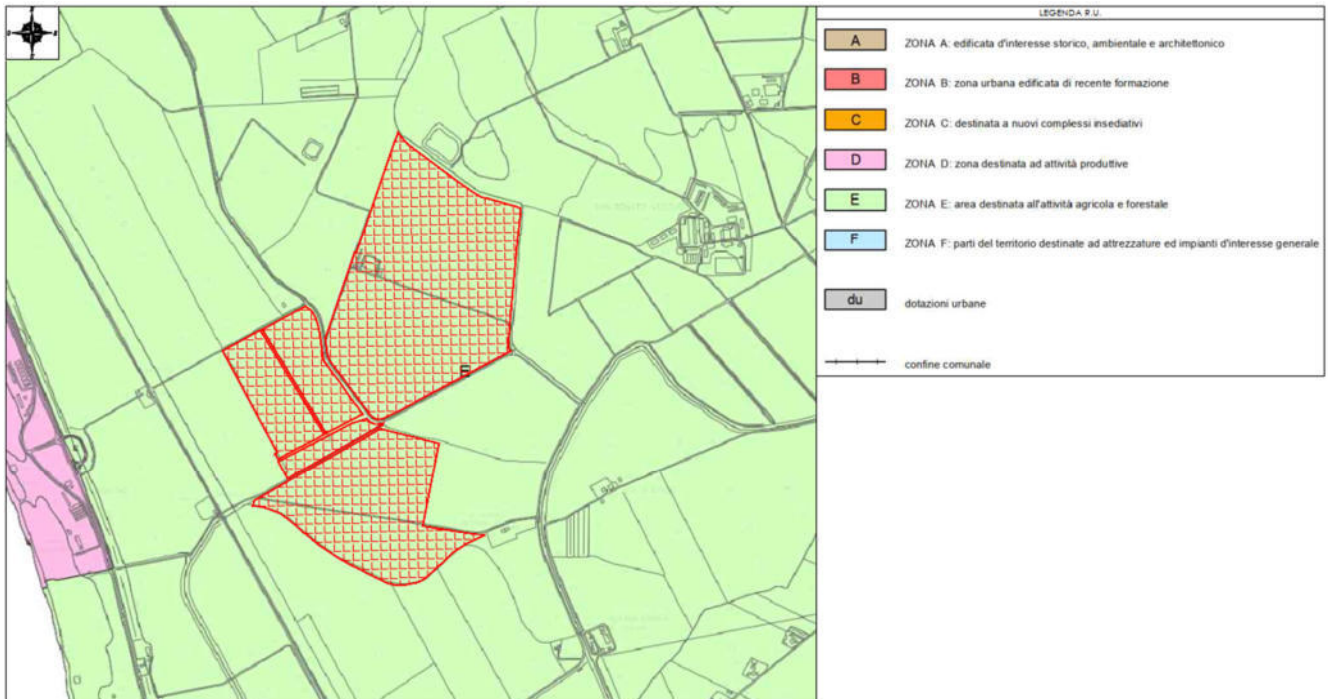


FIG. 6 - ESTRATTO RU CON INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

2 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

In questa sezione viene analizzata l'area oggetto di intervento in funzione del rischio idraulico. Tale condizione di rischio può scaturire in conseguenza di fenomeni di trasporto in alveo legati a fenomeni di esondazione (trasporto di massa liquida) e/o di dinamica d'alveo (trasporto di massa solida). Il rischio idraulico può altresì essere dovuto a fenomeni di ristagno dovuti a difficoltà di drenaggio da parte della rete scolante, favorite anche da condizioni geomorfologiche locali particolari (aree depresse ecc.).

In particolare l'area oggetto di intervento è particolarmente esposta alle esondazioni del fiume Albegna, delle quali spicca per gravità l'alluvione del novembre 2012 e del 1966. In particolare, per quanto riguarda l'alluvione del 2012, la quale ha interessato vaste aree della parte centro-meridionale della Provincia di Grosseto nei giorni 10, 11 e 12 novembre 2012, numerose stazioni del Servizio Idrologico Regionale della Toscana hanno registrato cumulate di precipitazione record, mai registrate precedentemente nel corso delle relative serie storiche, andando perfino a superare i massimi del novembre 1966; alcune stazioni pluviometriche in sole 24 ore, tra la serata dell'11 e la serata del 12 novembre 2012, hanno registrato cumulate superiori alla metà della pioggia totale che mediamente cade in un anno.

Tale pericolosità idraulica è confermata sia dal P.S./R.U. di Orbetello sia dal PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) vigente e si evidenzia come l'area di intervento ricada all'interno di aree a rischio idraulico.



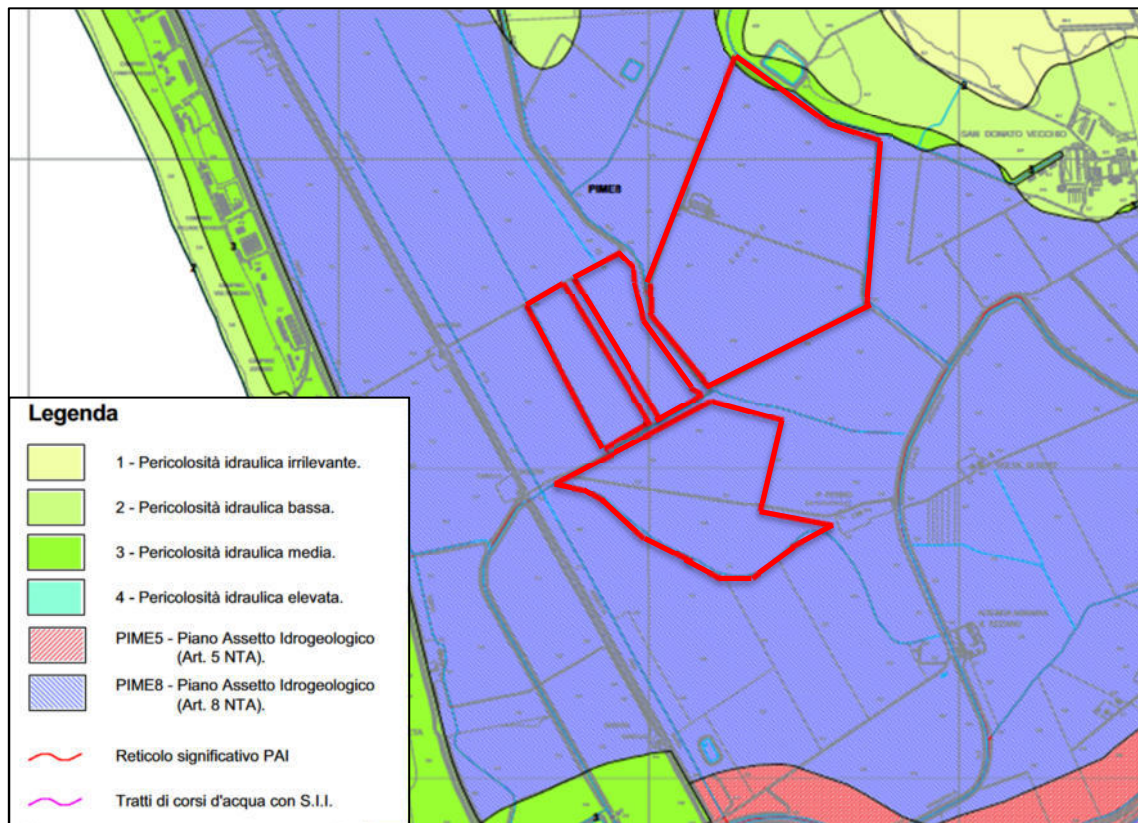


FIG. 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALLEGATA AL P.S DEL COMUNE DI ORBETELLO CON SOVRAPPOIZIONE DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO

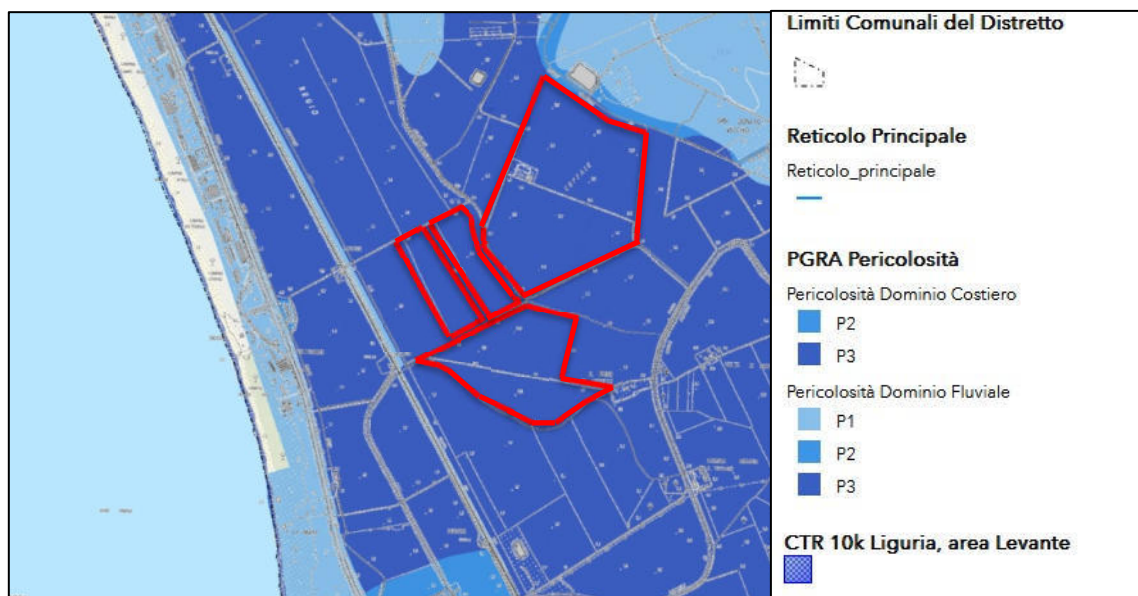
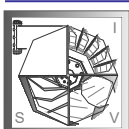


FIG. 8 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (DA P.G.R.A. REGIONE TOSCANA) CON SOVRAPPOIZIONE DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO

Dal confronto tra le due carte emerge che PGRA consideri l'area oggetto di intervento in classe di Pericolosità elevata P3 (alluvioni frequenti) mentre il PS comunale, rifacendosi all'art.8 del PAI dell' Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, considera che l'area oggetto di intervento ricade all'interno di Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P.I.M.E.).



Per le Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P.I.M.E.) il PAI dell' Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale prevede all'art. 5 comma 5:

“ ... La realizzazione di nuovi interventi pubblici o privati, previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio alla data di entrata in vigore del presente Piano, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 8, è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni ... La messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni potrà essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;*
- dimostrazione che l'intervento non determina aumento delle pericolosità a monte e a valle. ... “*

Mentre all'articolo 8:

“... Al fine della prevenzione del rischio idraulico, gli enti competenti all'adozione degli strumenti di governo del territorio, in sede di predisposizione di nuovi strumenti o di approfondimento del quadro conoscitivo del PAI, ove individuino condizioni di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata al di fuori delle aree di cui ai precedenti articoli 5 e 6, adottano disposizioni coerenti con quelle del PAI relative alle stesse aree. Sono da considerare come aree a pericolosità idraulica molto elevata tutte le aree individuate sulla base di studi idrologici idraulici sui corsi d'acqua di riferimento del presente P.A.I., all'interno delle quali defluiscono le portate aventi tempo di ritorno fino a 30 anni. Sono da considerare come aree a pericolosità idraulica elevata tutte le aree individuate sulla base di studi idrologici idraulici sui corsi d'acqua di riferimento del presente P.A.I., all'interno delle quali defluiscono le portate aventi tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni . Nell'ambito delle valutazioni dei livelli di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata si terrà conto dei possibili effetti riconducibili a valutazioni di ridotta efficacia delle opere idrauliche per eventi di piena significativi. Gli studi idrologici e idraulici finalizzati all'individuazione delle aree pericolosità idraulica molto elevata ed elevata sono sottoposti alla valutazione del Bacino, in relazione alla coerenza degli stessi con i propri atti di pianificazione e, ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del presente Piano.”

In allegato al Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello è presente uno studio Idrologico-Idraulico a cura del Dott. Ing. A Benvenuti, nel quale sono state condotte indagini idrologiche ed idrauliche per prefissati tempi di ritorno (TR=20-30-200-500 anni). Nelle aree che nel suddetto documento non sono state studiate analiticamente è stata considerata la pericolosità idraulica definita nello studio geologico-tecnico a corredo del Piano Strutturale del Comune di Orbetello, ad eccezione delle aree perimetrate P.I.M.E. ai sensi dell'art. 8 delle NTA del PAI, cui è stata attribuita la classe di pericolosità molto elevata trattandosi di aree storicamente allagate ed in situazione di basso morfologico. Nelle aree non oggetto di indagine idrologico-idraulica analitica, nello studio a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti, la pericolosità idraulica è stata denominata “qualitativa” e contrassegnata dalla lettera “a” (I.2a, I.3a e I.4a) in base di studi idrologici ed idraulici qualitativi, mentre è stata denominata “geometrica” e contrassegnata dalla lettera “b” (I.2b, I.3b e I.4b) nelle aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici analitici o qualitativi.



Per l'intero territorio comunale è stata redatta una specifica cartografia (Carta della pericolosità idraulica - Tavola 49 a-f scala 1:10.000), con l'individuazione areale delle classi di pericolosità idraulica definite nell'Allegato A del D.P.G.R. 26/R/2007 – Direttive per le indagini geologico tecniche.

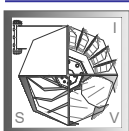
Sono stati definiti tre ambiti di pericolosità come di seguito definiti.

- **Pericolosità idraulica analitica:**

- **Pericolosità idraulica bassa (I.1):** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali non vi sono notizie storiche di inondazioni e sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica media (I.2*):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi con $Tr > 500$ anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.
- **Pericolosità idraulica media (I.2):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.
- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi con $Tr \leq 30$ anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.

- **Pericolosità idraulica qualitativa**

- **Pericolosità idraulica media (I.2a):** aree di bonifica nelle quali sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici qualitativi, ove ricorrano le seguenti condizioni:
 - non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3a):** aree di bonifica nelle quali sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici qualitativi ove ricorra almeno una delle seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4a):** aree di bonifica nelle quali sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici qualitativi ove ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di inondazioni;



- sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica geometrica**
 - **Pericolosità idraulica media (I.2b):** aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici per le quali ricorrano le seguenti condizioni:
 - non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
 - **Pericolosità idraulica elevata (I.3b):** aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
 - **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4b):** aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Nelle aree non perimetrare analiticamente lo studio del Dott. Ing. A. Benvenuti conferma la pericolosità idraulica definita nello studio geologico-tecnico allegato al Piano Strutturale del Comune di Orbetello, fatte eccezione per le aree perimetrare P.I.M.E. ai sensi dell'art. 8 del PAI, alle quali è attribuita la classe di pericolosità I.4 (I.4a e I.4b) trattandosi di aree storicamente allagate e in situazione sfavorevole di basso morfologico, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda. Nelle aree non oggetto di indagine idrologica ed idraulica analitica, lo studio del Dott. Ing. A. Benvenuti denomina la pericolosità idraulica come "qualitativa" e viene contrassegnata dalla lettera "a" (I.2a, I.3a e I.4a) in presenza di studi idrologici ed idraulici qualitativi, mentre è denominata "geometrica" e contrassegnata dalla lettera "b" (I.2b, I.3b e I.4b) se non riconducibile agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici analitici o qualitativi.



L'area di intervento, così come indicato nelle premesse, si trova su un terreno posto a Nord rispetto al Fiume Albegna ed è attraversata rispettivamente a nord e al centro dai canali "Canale Principale N. 2" e "Canale Secondario N.2". Esiste inoltre una rete di scoli e scoline minore che confluisce nel Canale Secondario N.13, il quale, insieme al Canale Principale N. 2, costituisce un affluente della Controfossa destra del Fiume Albegna, la quale si ricollega al Fiume Albegna poco prima che il medesimo sfoci nel Mar Tirreno.

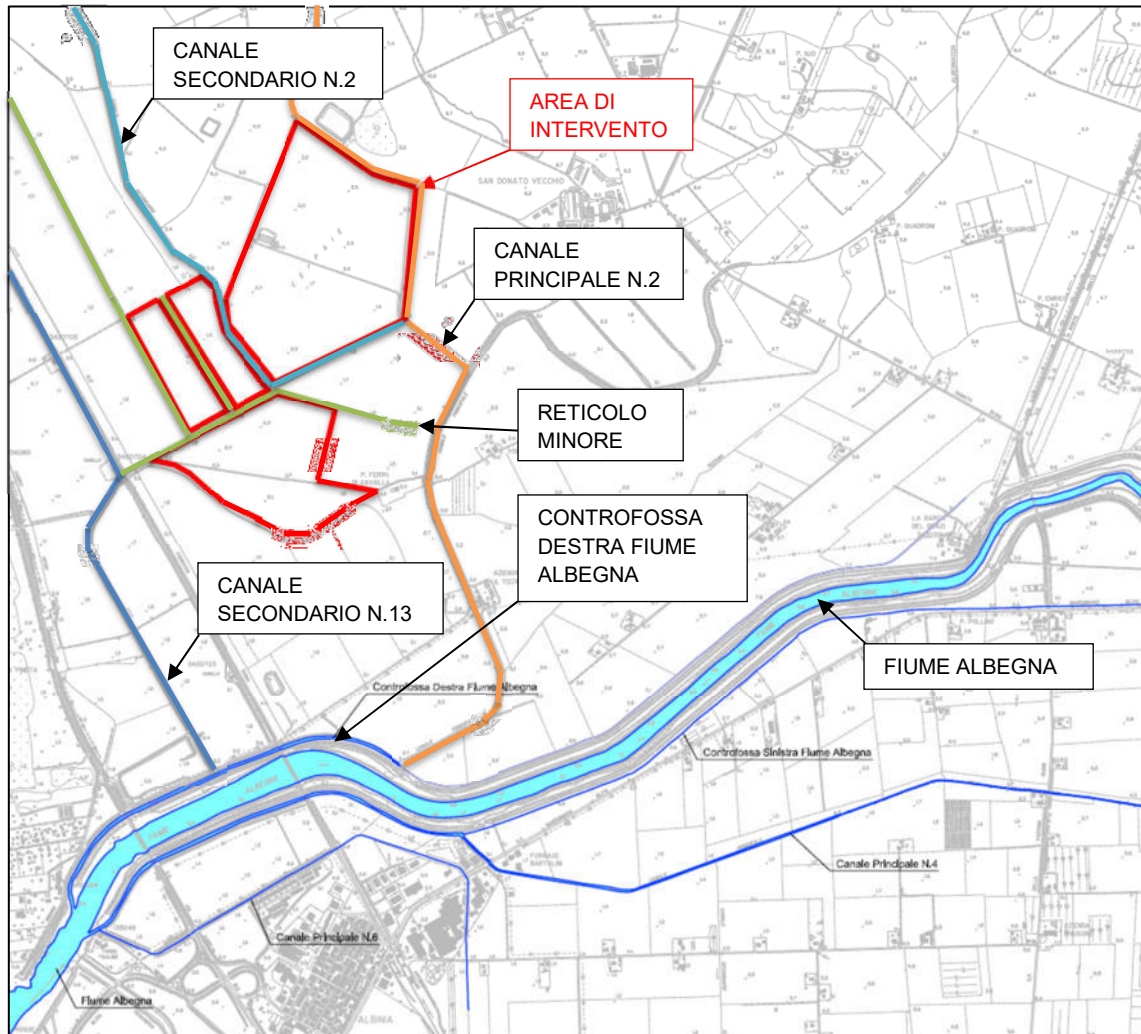


FIG. 9 - ESTRATTO "COROGRAFIA, PLANIMETRIA DEI CORSI D'ACQUA STUDIATI" A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO CON INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DEL RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO

Lo Studio Idrologico Idraulico a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti riporta diverse sezioni fluviali della Controfossa destra del Fiume Albegna, nelle quali sono riportati i risultati delle simulazioni in termini di livelli idrometrici conseguenti a eventi meteorici aventi tempi di ritorno pari a 30, 50, 200 e 500 anni.

Si riportano in seguito estratti delle planimetrie allegate al suddetto studio e gli estratti delle simulazioni idrauliche più significative ai fini del presente studio Idraulico. In particolare sono state analizzate le sezioni idrauliche a monte e valle della connessione idraulica degli scoli "Canale Secondario n. 13" e "Canale Principale N.2" con la Controfossa destra del Fiume Albegna.



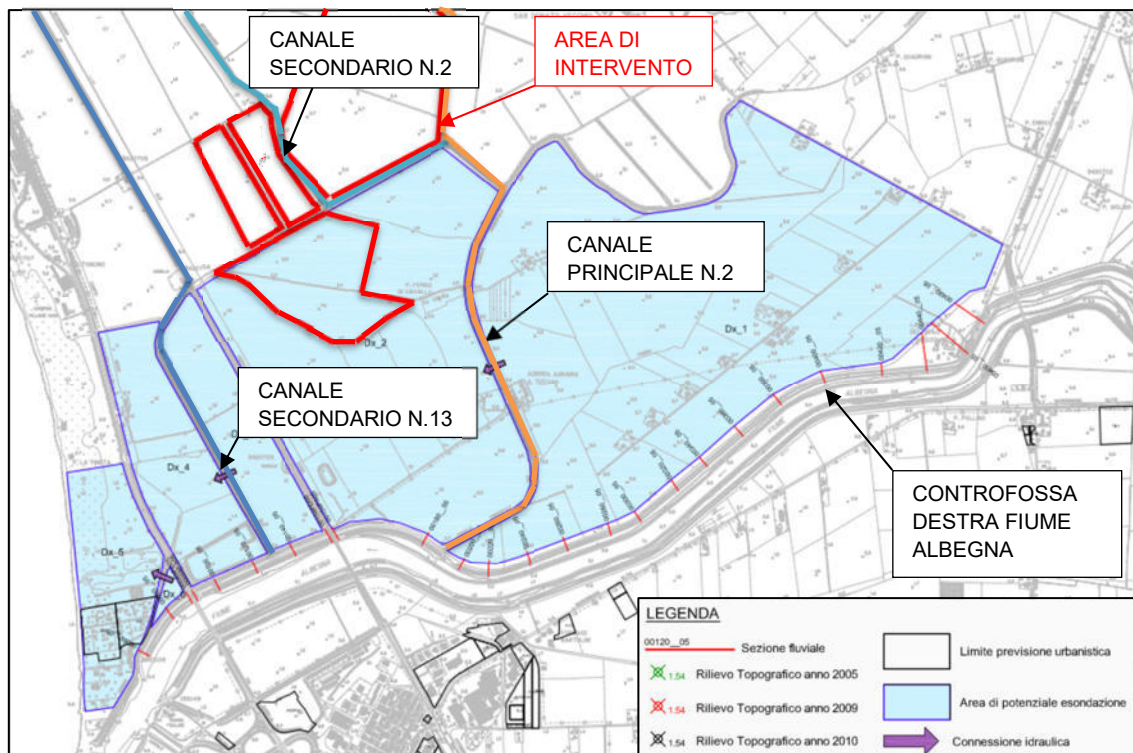


FIG. 10 - ESTRATTO “PLANIMETRIA DI RILIEVO E MODELLO IDRAULICO” A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO CON INDIVIDUAZIONE DELL’AREA DI INTERVENTO E DELLE AEREE DI POTENZIALE ESONDAZIONE E DELLE SEZIONI IDRAULICHE

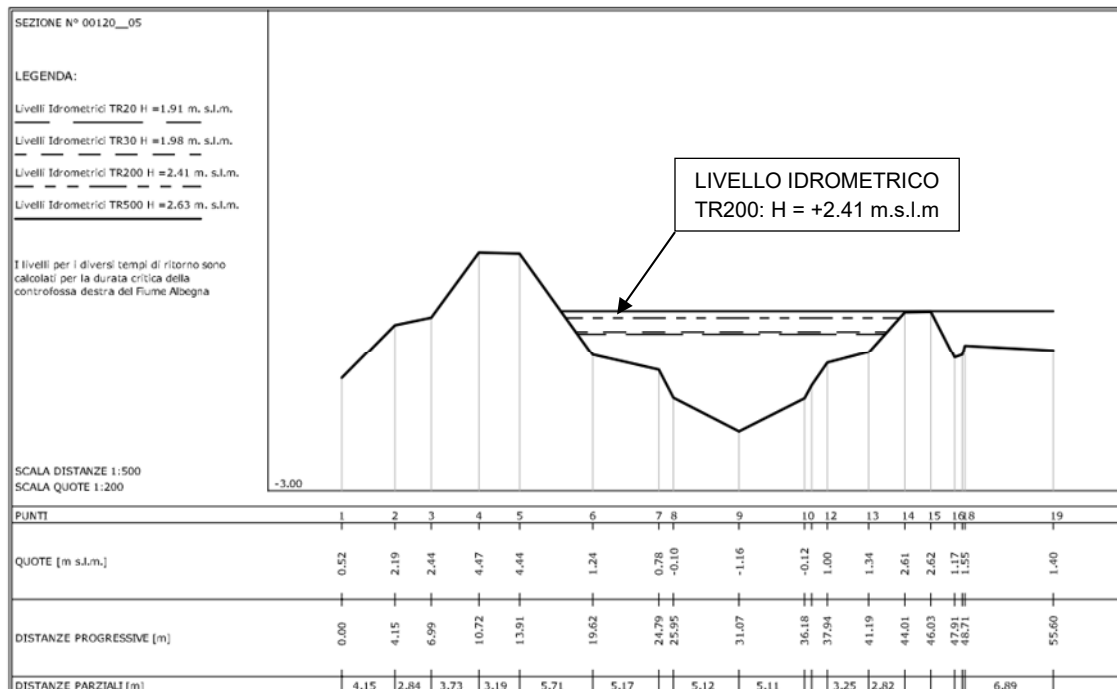


FIG. 11 - ESTRATTO “SEZIONI FLUVIALI CON LIVELLI IDROMETRICI TR20-30-200-500 ANNI” A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDROMETRICI A VALLE DELLA CONNESSIONE IDRAULICA TRA LA CONTROFOSSA DESTRA DEL FIUME ALBEGNA E IL CANALE SECONDARIO N.13



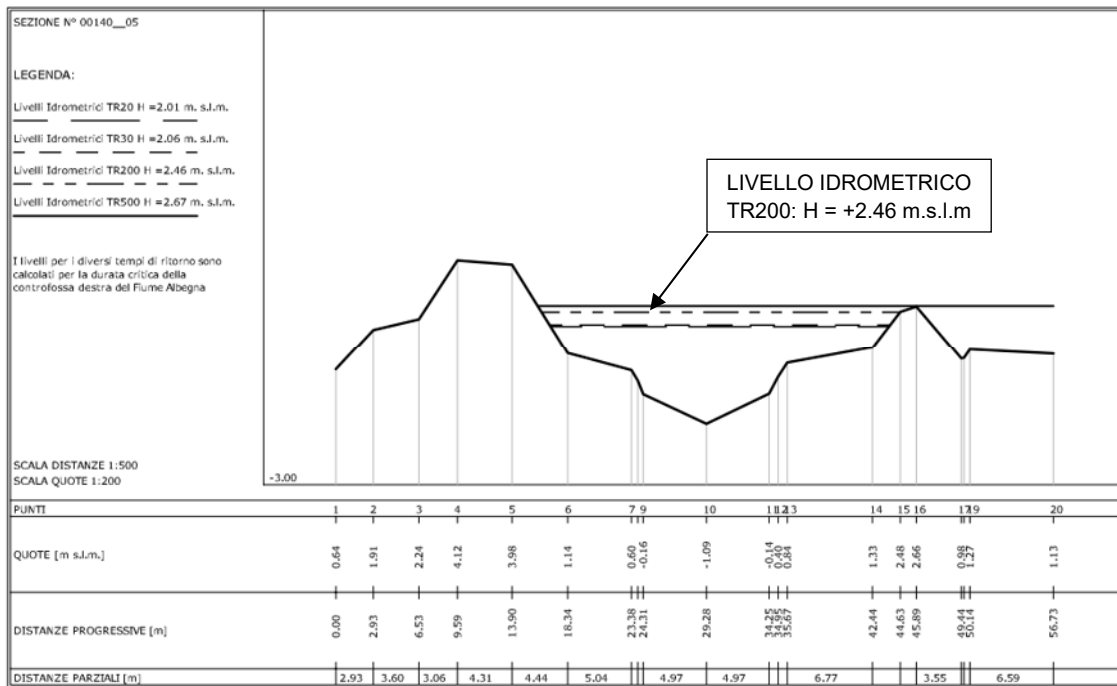


FIG. 12 - ESTRATTO “SEZIONI FLUVIALI CON LIVELLI IDROMETRICI TR20-30-200-500 ANNI” A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDROMETRICI A MONTE DELLA CONNESSIONE IDRAULICA TRA LA CONTROFOSSA DESTRA DEL FIUME ALBEGNA E IL CANALE SECONDARIO N.13

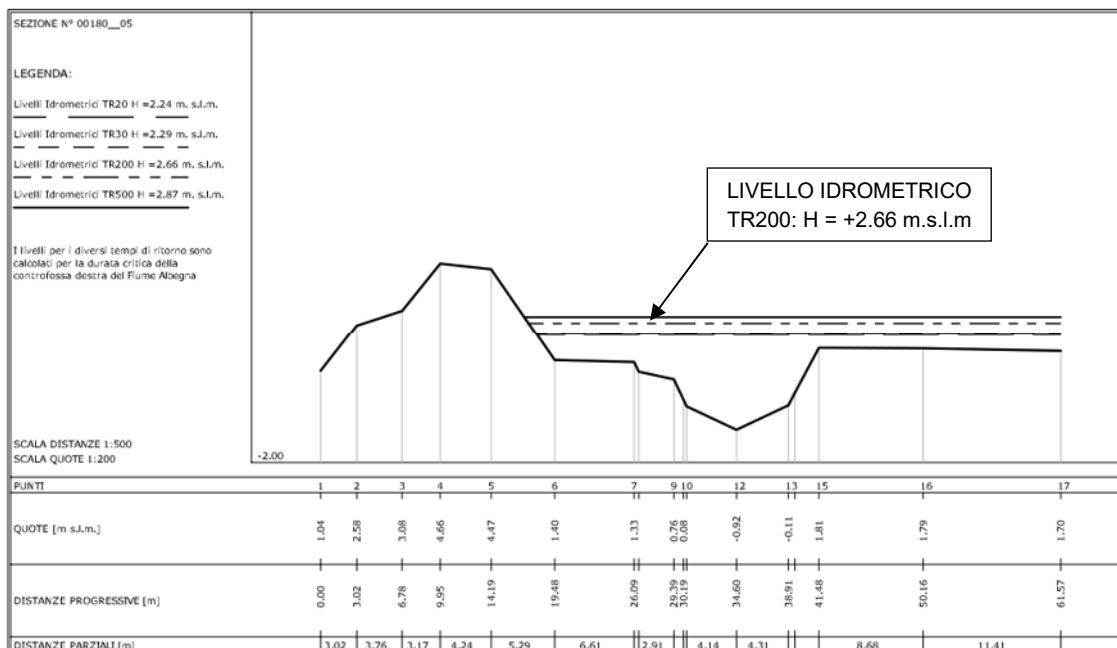


FIG. 13 - ESTRATTO “SEZIONI FLUVIALI CON LIVELLI IDROMETRICI TR20-30-200-500 ANNI” A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDROMETRICI A MANTE DELLA CONNESSIONE IDRAULICA TRA LA CONTROFOSSA DESTRA DEL FIUME ALBEGNA E IL CANALE PRINCIPALE N.2



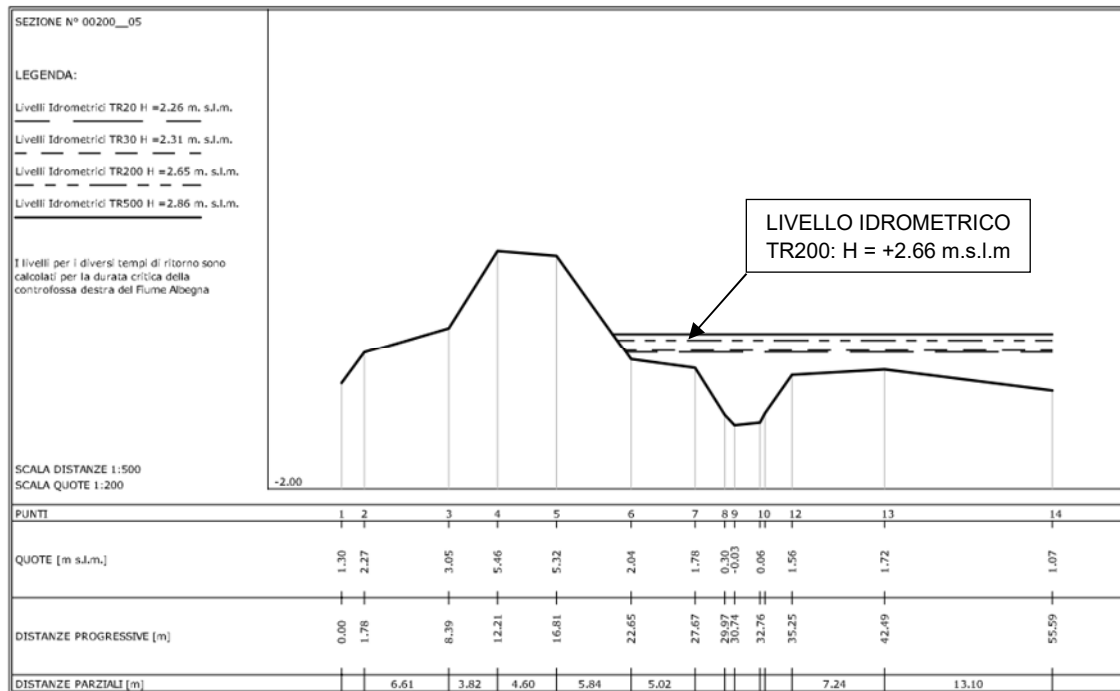


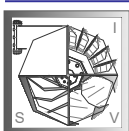
FIG. 14 - ESTRATTO "SEZIONI FLUVIALI CON LIVELLI IDROMETRICI TR20-30-200-500 ANNI" A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDROMETRICI A VALLE DELLA CONNESSIONE IDRAULICA TRA LA CONTROFOSSA DESTRA DEL FIUME ALBEGNA E IL CANALE PRINCIPALE N.2

Dall'analisi delle planimetrie e delle sezioni allegato allo Studio Idrologico Idraulico a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti si nota come la destra idraulica della Controfossa Destra del Fiume Albegna risulta solo parzialmente protetta da argini e che il livello idrometrico avente TR200 anni risulta avere una quota maggiore della quota del piano campagna esistente, raggiungendo una quota massima di +2.66 m.s.l.m. Come conseguenza le aree alla destra idraulica della suddetta controfossa risultano "aree di potenziale inondazione". Tali aree interessano anche l'area oggetto di intervento.

I risultati di tali simulazioni idrauliche condotte dal Dott. Ing. A. Benvenuti sono sintetizzati in diverse planimetrie nelle quali il territorio comunale viene suddiviso in aree aventi un diverso grado di pericolosità idraulica.

L'analisi della pericolosità idraulica condotta su base analitica a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti mostra come l'area di intervento ricade in aree a media pericolosità (I.2) idraulica e alta pericolosità idraulica (I.3), secondo le quali:

- **Pericolosità idraulica media (I.2):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.



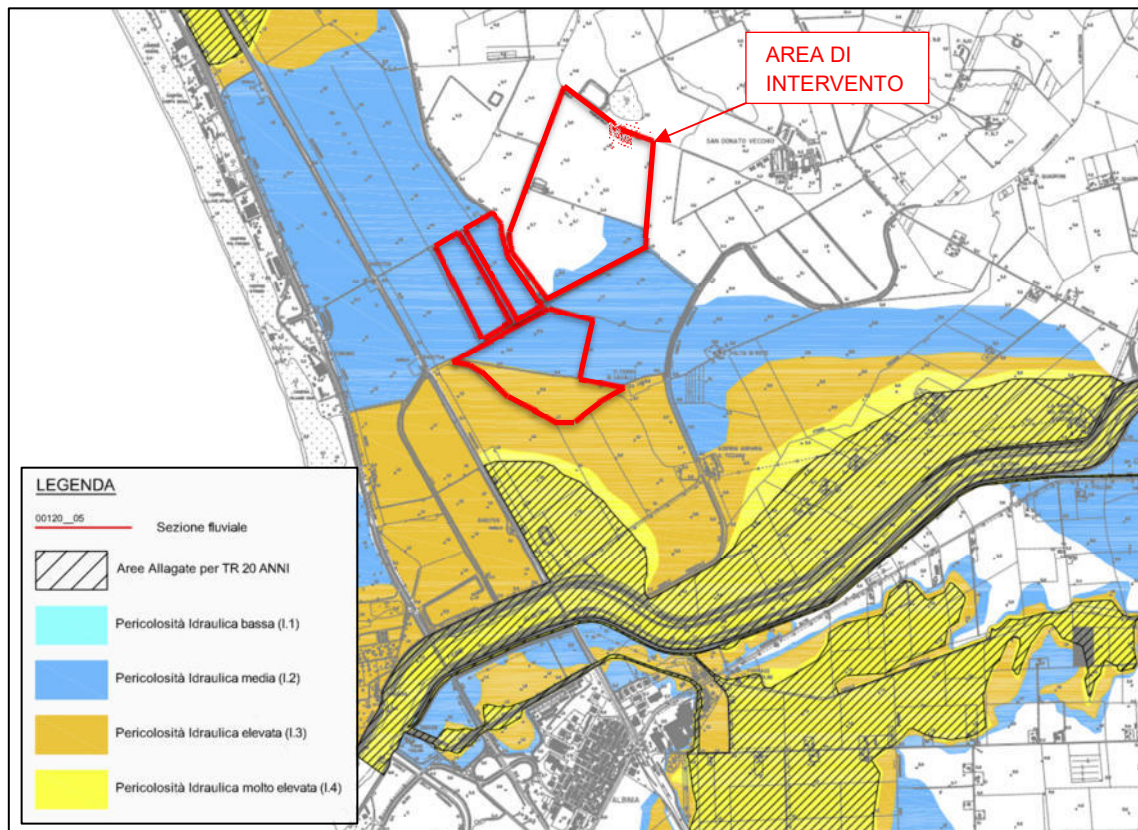


FIG. 15 - ESTRATTO "INVILUPPO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA ANALITICA" A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO

Come detto in precedenza, i risultati analitici dello studio a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti sono stati integrati dall'analisi della pericolosità idraulica condotti su base geometrica e qualitativa (vedasi pagg. 8-9-10).

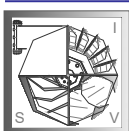
Si riporta di seguito estratto planimetrico della sovrapposizione delle aree per le quali è stata condotta un'analisi della pericolosità idraulica su base analitica, geometrica e qualitativa. L'analisi della pericolosità idraulica su base geometrica e qualitativa mostra che l'area di intervento ricade in aree aventi:

Pericolosità idraulica qualitativa molto elevata (I.4a): aree di bonifica nelle quali sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici qualitativi ove ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica geometrica molto elevata (I.4b): aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.



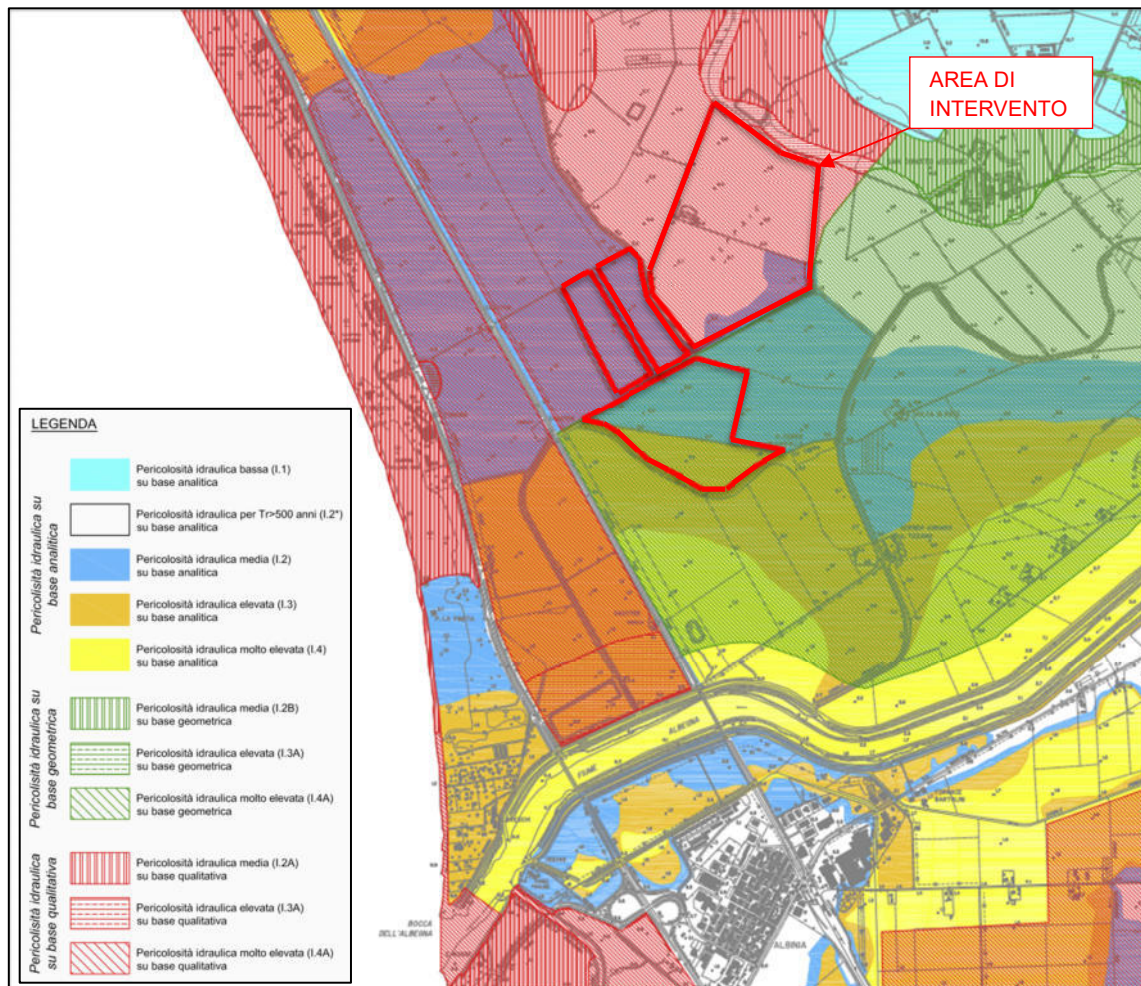


FIG. 16 - ESTRATTO "CARTA DEL QUADRO CONOSCITIVO DELLE AREE ESONDABILI" A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO

Sulla base degli studi idrologici ed idraulici e delle analisi analitiche, geometriche e qualitative, lo studio idraulico a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti individua aree a pericolosità elevata (P.I.E.) e molto elevata (P.I.M.E.) e le riporta in Tavola 50 Carta delle pericolosità idrauliche, a scala 1:10.000, allegata al R.U. del Comune di Orbetello di cui si riporta in seguito un estratto.

L'intervento ricade in un'area a pericolosità idraulica molto elevata.



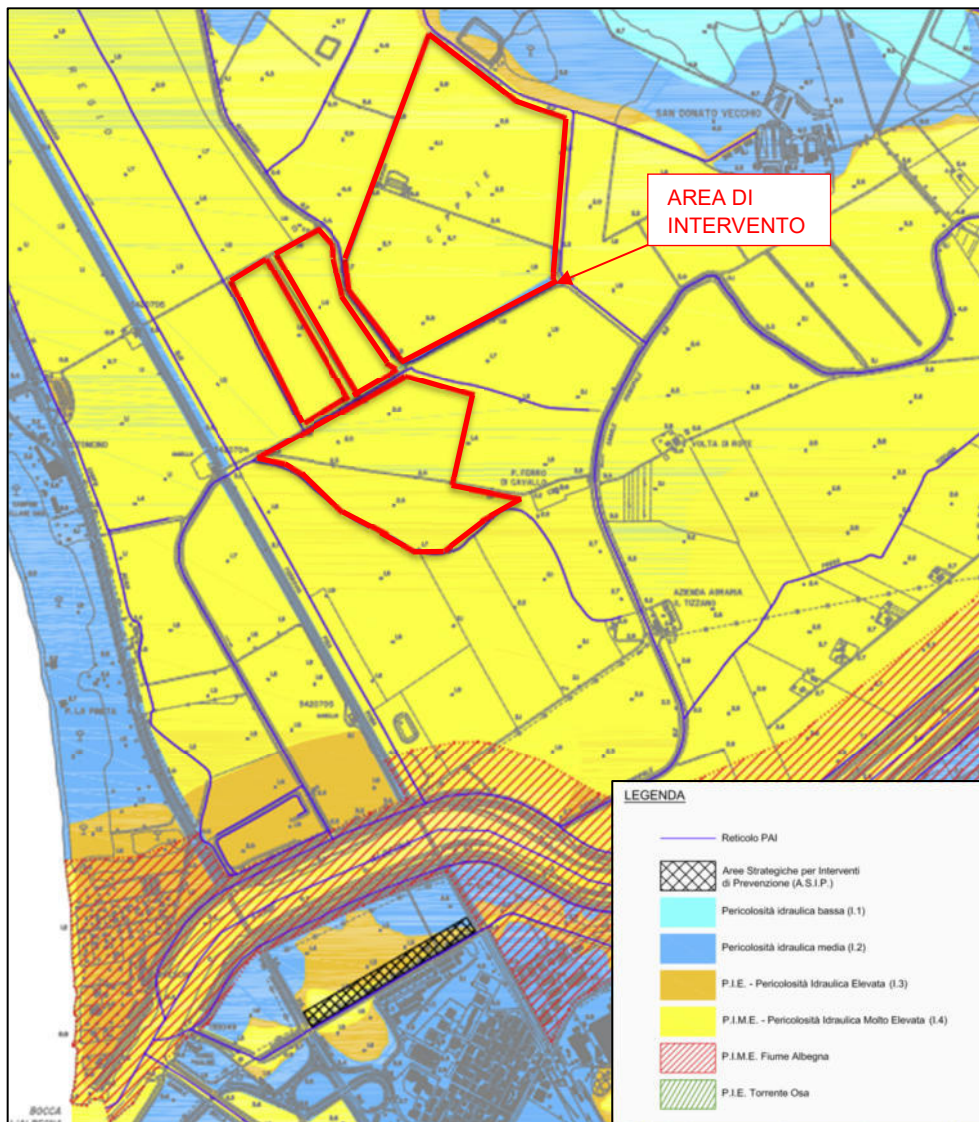


FIG. 17 - ESTRATTO “CARTA DELLE PERICOLOSITÀ IDRAULICHE DEL COMUNE DI ORBETELLO” A CORREDO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A CURA DEL DOTT. ING. A. BENVENUTI DEL ALLEGATO AL R. U. DEL COMUNE DI ORBETELLO

Allegato al R.U. del Comune di Orbetello è allegata una “Relazione e schede di fattibilità geologica”, nella quale sono riportate le prescrizioni da rispettare nel caso l’intervento si trovi in aree caratterizzate da una pericolosità idraulica elevata o molto elevata. Di tale documento si riporta in seguito un estratto.

La **Carta della pericolosità idraulica** è stata realizzata ex-novo dal Dott. Ing. A. Benvenuti a seguito dello Studio Idrologico Idraulico di approfondimento sui corsi d’acqua minori redatto per l’intero territorio comunale, tenendo in considerazione i risultati dei precedenti studi idrologico-idraulici di supporto al Piano Strutturale.

Tali studi sono stati aggiornati successivamente alle osservazioni e prescrizioni degli enti competenti.

In relazione al quadro conoscitivo esistente, con particolare riferimento alla valutazione degli aspetti idraulici (punto 2.1-C.2 dell’allegato A del D.P.G.R. n. 26/R), e tenendo in considerazione i risultati dei nuovi studi idrologico-idraulici e gli approfondimenti di quelli esistenti, si è recepita l’individuazione delle seguenti aree a pericolosità idraulica:



In relazione al quadro conoscitivo esistente, con particolare riferimento alla valutazione degli aspetti idraulici (punto 2.1-C.2 dell'allegato A del D.P.G.R. n. 26/R), e tenendo in considerazione i risultati dei nuovi studi idrologico-idraulici e gli approfondimenti di quelli esistenti, si è recepita l'individuazione delle seguenti aree a pericolosità idraulica:

- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata ed elevata (I.4 e I.3)** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- a. non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- b. nelle aree che risultino soggette a inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni sono consentite solo nuove previsioni per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, per le quali sarà comunque necessario attuare tutte le dovute precauzioni per la riduzione del rischio a livello compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura;
- c. gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d. relativamente agli interventi di nuova edificazione previsti nel tessuto insediativo esistente, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni: 1) dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni; 2) dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
- e. possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità;
- f. della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia;
- g. fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere rilasciata dichiarazione di abitabilità e di agibilità;
- h. deve essere garantita la gestione di quanto in essere tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni per il patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e per tutte le funzioni connesse.



Facendo riferimento alle indicazioni riportate nello Studio Idrologico-Idraulico a cura del Dott. Ing. A. Benvenuti allegato al Regolamento Urbanistico, oltre a quanto riportato nel Regolamento 26/R, sono da considerarsi le seguenti prescrizioni:

- a. considerare una quota di sicurezza idraulica convenzionalmente incrementata di 50 cm di franco rispetto al massimo battente atteso;
- b. per le opere idrauliche necessarie alla messa in sicurezza delle nuove previsioni il franco di sicurezza deve essere di almeno 50 cm oltre il massimo battente con tempo di ritorno di 200 anni;
- c. dovrà essere soddisfatto il "principio del non aggravio" prevedendo, per le trasformazioni urbanistiche tese ad aumentare l'impermeabilizzazione del territorio, degli interventi di compensazione per non incrementare le portate nel corpo idrico recettore. Gli interventi di compensazione idraulica dovranno essere di comprovata efficacia e pertanto sono da escludere i volumi di auto-compenso situati sotto gli edifici a meno che non possano essere scaricati per gravità dopo l'evento alluvionale;
- d. l'auto-sicurezza idraulica può essere ammessa soltanto nel tessuto insediativo esistente, cioè in caso di ampliamento di edifici esistenti o di realizzazione di nuovi edifici su lotti interclusi (e quindi di modesta estensione);
- e. tra gli interventi di auto-sicurezza sono da privilegiare quelli che prevedono soglie o livelli di sicurezza strutturali posti al di sopra del battente comprensivo del franco di sicurezza. Al di sotto del battente duecentennale potranno essere realizzate solo finestre non apribili e a tenuta stagna;
- f. gli interventi di auto-sicurezza con paratoie mobili e/o porte stagne potranno essere ammessi solo in caso di edifici esistenti con forti vincoli o limitazioni;
- g. i pilotis sono ammissibili solo in presenza di norma urbanistica che vieti espressamente l'utilizzo dello spazio sottostante per fini diversi dal transito;
- h. il progetto di nuovi interventi ricadenti nelle aree a pericolosità idraulica superiore a I2 dovrà essere accompagnato da apposito studio che definisca espressamente la quota di sicurezza idraulica (compreso il "franco"), l'eventuale volume sottratto alle esondazioni o ristagni e le opere necessarie alla messa in sicurezza (da realizzarsi senza aggravio del rischio idraulico nell'intorno).

Sono da considerarsi in sicurezza idraulica, ai sensi della normativa vigente, le aree allagabili con tempi di ritorno superiore a 200 anni.

Dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto di 10 m dal piede esterno dell'argine o del ciglio di sponda dei corsi d'acqua, in cui non potranno essere realizzati interventi edificatori, modellazioni morfologiche di alcun tipo o altri interventi che ostacolino il libero deflusso delle acque, così come indicato nelle Norme Tecniche di Attuazione e nel Regio Decreto 523/1904.

Per tali motivi, al fine di garantire la sicurezza dell'area oggetto di intervento e il non aggravio delle portate di piena nei corpi idrici ricettori, viene qui condotto uno studio idraulico che preveda il dimensionamento delle opere di mitigazione rese necessarie dall'impermeabilizzazione del suolo dovuta alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico. **L'evento meteorico considerato corrisponderà a quello individuato dalle curve di segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area oggetto di studio corrispondente a in tempo di ritorno di 200 anni.** Tale evento produce un innalzamento delle quote del pelo libero dei canali ricettori comportandone l'esondazione. La quota presa come riferimento per l'esondazione avente TR200 è pari a +2.66 m.s.l.m. **Considerando un franco idraulico di sicurezza di 50 cm, la "quota di sicurezza idraulica" risulta essere +3.16 m.s.l.m.**



Per le nuove edificazioni quali la realizzazione di cabine elettriche e di trasformazione a servizio del nuovo impianto fotovoltaico si prescrive una quota minima del piano di calpestio pari a +3.16 m s.l.m. (+2.65 m + 0.50 metri ai sensi dell'art. 54 R.U.) pertanto si potranno adottare differenti tipologie di intervento:

- Realizzare le nuove edificazioni quali cabine elettriche, cabine di trasformazione, cabine quadri elettrici ecc.. in luoghi ove il piano campagna presenti quota del terreno pari o superiore a +3.16 m s.l.m.m.
- Realizzazione di terrapieni a quota minima +3.16 m s.l.m.m. sui quali realizzare le nuove edificazioni quali cabine elettriche, cabine di trasformazione, cabine quadri elettrici ecc.. Nel presente caso si dovrà realizzare rampe di accesso in terra, carrabili e la realizzazione di volumi compensativi a livello del piano campagna limitrofo, come indicato nelle precedenti norme ai sensi del principio di invarianza idraulica.
- In alternativa al sovrizzo del piano campagna si potrà prevedere, a cura del progettista delle opere impiantistiche, la realizzazione di arginature perimetrali alle aree di minor quota del piano campagna rispetto al valore di +3.16 m s.l.m.m, che consentano di mettere in sicurezza le nuove edificazioni quali cabine elettriche, cabine di trasformazione, cabine quadri elettrici ecc.. in tale secondo caso si dovrà realizzare rampe di accesso in terra, carrabili o in alternativa varchi arginali costituiti da manufatti in opera e dotati di paratoie a chiusura ermetica sino alla quota +3.16 per la messa in sicurezza idraulica delle aree racchiuse all'interno delle arginature. Il tale caso si dovranno realizzare volumi compensativi a livello del piano campagna limitrofo, come indicato nelle precedenti norme, ai sensi del principio di invarianza idraulica.

3 IL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA

Il presente studio è volto all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi.

L'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di garantire, a fronte di una trasformazione di uso del suolo, la realizzazione di opportune azioni compensative, i cui oneri dovranno essere sostenuti dai beneficiari delle trasformazioni per il consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza idraulica territoriale nel tempo. Il calcolo della superficie impermeabilizzata allo stato di progetto, deve tener conto di quattro possibili usi del suolo:

- tetti;
- strade;
- parcheggi;
- verde pubblico.

Ad ognuna di queste, è stato assegnato un diverso valore di coefficiente di deflusso.

	Coefficiente di deflusso
Aree Agricole	0.1
Superfici permeabili (Verde)	0.2



Superfici semipermeabili	0.6
Superfici impermeabili(Tetti,strade...)	0.9

I pannelli solari previsti nel progetto non sono posizionati a terra ma installati su strutture di sostegno in acciaio parallele che si sviluppano in direzione Nord-Sud ubicate su pali, con un sistema ad inseguimento monoassiale, che consente la rotazione dei moduli fino ad una inclinazione di 60° verso est/ovest rispetto all'orizzontale (quindi 30° rispetto alla verticale).

L'impianto fotovoltaico risulta installato su pali infissi nel terreno e i pannelli risultano posizionati ad un'altezza minima dal suolo (quando i pannelli sono in posizione orizzontale) di circa 168 cm. Il terreno sottostante i pannelli non subisce impermeabilizzazione e viene mantenuto nello stato di fatto in cui si trova, pertanto, a rigor di logica, l'impermeabilizzazione del terreno esistente sarebbe determinata esclusivamente dalla sezione del palo di sostegno infatti durante l'evento meteorico la pioggia che cade sul pannello, nel caso peggiore in cui il pannello sia in posizione perfettamente orizzontale, defluisce nel terreno sottostante saturando, lentamente, anche la parte di terreno al di sotto della proiezione verticale del pannello: indubbiamente la presenza dei pannelli può determinare un aumento di portata meteorica in uscita dalla porzione di terreno in cui esso è installato, ma in forma molto ridotta rispetto ad una installazione su serra (nella quale la superficie della proiezione orizzontale del pannello risulta a tutti gli effetti impermeabilizzata. Tale fenomeno è ben descritto dall'applicazione del metodo di calcolo delle portate meteoriche agli afflussi – deflussi: il deflusso dell'acqua di pioggia avviene da una superficie impermeabile (del pannello) attraverso una superficie permeabile del terreno sottostante, pertanto la portata di scarico meteorica complessiva viene laminata molto di più rispetto ad una installazione su serra (con l'impermeabilizzazione completa del suolo sottostante i pannelli).

A comprova di quanto sopra citato si riporta di seguito il risultato di simulazioni idrauliche effettuate con software agli afflussi deflussi per impianti fotovoltaici simili al presente ubicati su terreni agricoli con le medesime strutture di sostegno rapportati ad impianto su serra delle medesime dimensioni.

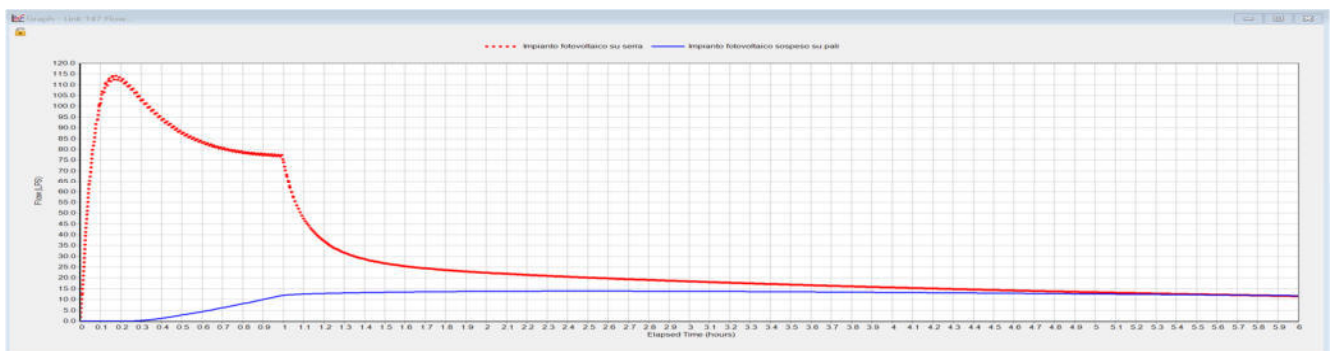


FIG. 18 - GRAFICO PORTATA (L/S) – TEMPO (H) IMPIANTO SU SERRA (ROSSO) E IMPIANTO SOSPESO SU PALI (BLU)

Come si evince la portata meteorica simulata per un impianto fotovoltaico su serra è circa un ordine di grandezza superiore alla portata meteorica defluita dal un impianto fotovoltaico su pali, a parità di superfici occupate, inclinazione dei pannelli, e a parità di evento meteorico considerato.



Al fine del calcolo delle superfici impermeabilizzate per l'applicazione del principio di invarianza idraulica è stata considerata la proiezione sul terreno dei pannelli fotovoltaici aventi inclinazione di 0° rispetto l'orizzontale.

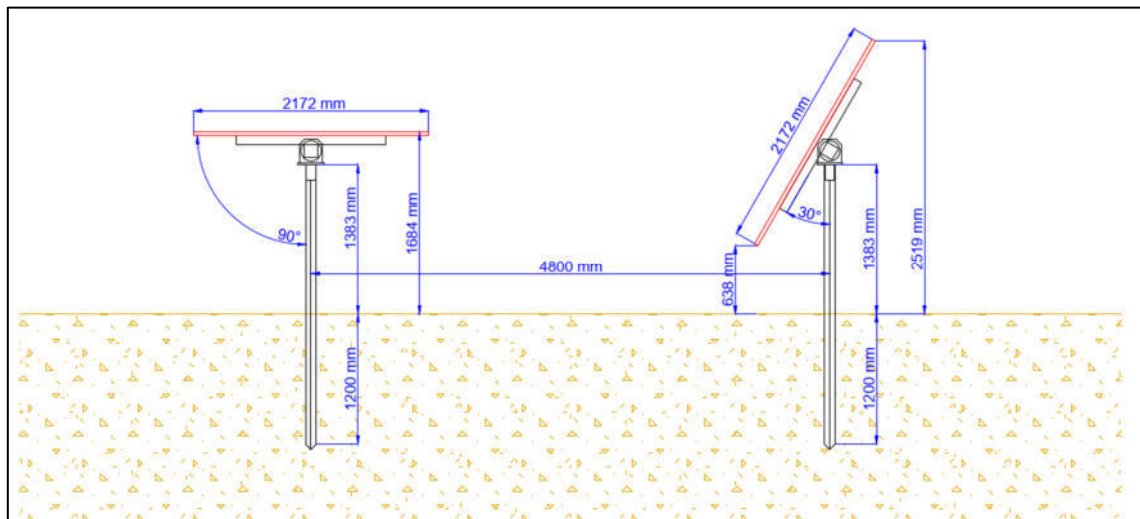


FIG. 19 – SEZIONI TRASVERSALI DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI

3.1 Metodologia generale di analisi

Al fine di valutare l'impatto idraulico delle opere di progetto si è sviluppato il calcolo dei volumi di accumulo che dovranno essere previsti all'interno dell'area di intervento ai fini del mantenimento del principio di invarianza idraulica.

3.2 Stato attuale dei luoghi e previsioni di progetto

Le aree oggetto di variazione in termini idraulici sono relative alla realizzazione un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel Comune di Orbetello (GR), su un'area posta a Nord rispetto al Fiume Albegna e al centro abitato della frazione Albinia, a cavallo della Strada della Bonifica 3. Tale area è attraversata rispettivamente a nord e al centro dai canali "Canale Principale N. 2" e "Canale Secondario N.2", entrambi affluenti del Fiume Albegna. Tale impianto si estenderà su una superficie di circa 93,8 Ha.



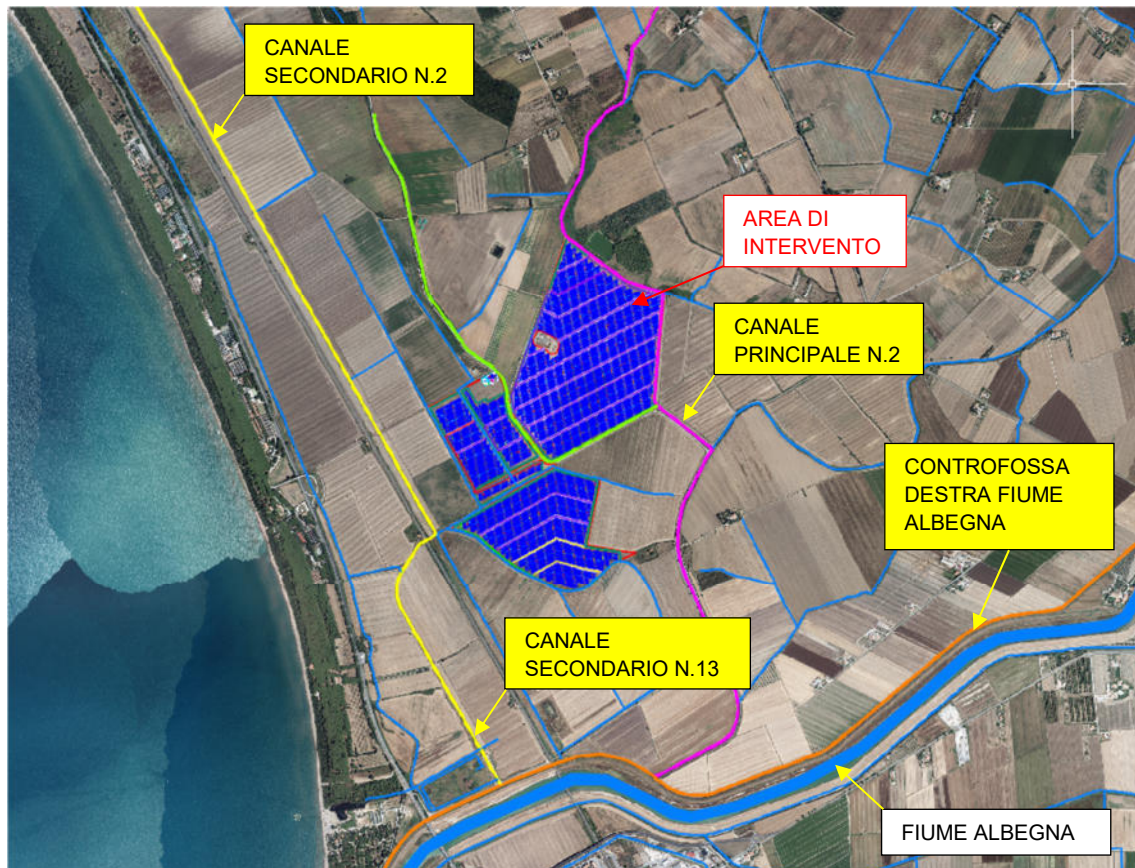


FIG. 20 – ORTOFOTO CON SOVRAPPOSIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Data la presenza scoli privati, strade e dal frazionamento dettato dalla suddivisione catastale dell'area oggetto di intervento, ai fini dello studio idrologico idraulico dell'area è necessario dividere l'intervento in 5 comparti. Ognuno dei comparti individualmente soggetto al rispetto del principio di invarianza idraulica.





FIG. 21 – ORTOFOTO CON SUDDIVISIONE DELL’AREA DI INTERVENTO IN COMPARTI

Nel complesso, ai fini del rispetto del principio di invarianza idraulica, per ciascuno dei comparti previsti nel presente progetto avviene una riduzione delle superfici permeabili esistenti per via dell’installazione dei pannelli fotovoltaici e di appositi locali tecnici, aumentando così il coefficiente di deflusso così come esplicitato nelle tabelle successive:

COMPARTO N.1		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	182'116.16	0.90
CABINE	332.40	0.90
STRADE	-	0.60
AGRICOLO	284'882.53	0.10
TOTALE	467'331.09	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.41

COMPARTO N.2		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	20'376.00	0.90
CABINE	2'816.80	0.90
STRADE	921.00	0.60
AGRICOLO	41'621.12	0.10
TOTALE	65'734.92	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.39



COMPARTO N.3		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	26'081.28	0.90
CABINE	55.40	0.90
STRADE	-	0.60
AGRICOLO	50'052.32	0.10
TOTALE	76'189.00	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.37

COMPARTO N.4		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	5'161.92	0.90
CABINE	-	0.90
STRADE	-	0.60
AGRICOLO	14'965.76	0.10
TOTALE	20'127.68	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.31

COMPARTO N.5		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	95'903.04	0.90
CABINE	221.76	0.90
STRADE	-	0.60
AGRICOLO	152'068.12	0.10
TOTALE	249'291.27	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.41

Pertanto per l'area oggetto di intervento si ottiene:

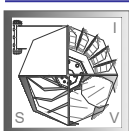
TOTALE COMPARTI		
SUPERFICI	MQ	COEFF. DEFL.
PANNELLI	329'638.40	0.90
CABINE	3'426.36	0.90
STRADE	921.00	0.60
AGRICOLO	543'589.85	0.10
TOTALE	878'673.96	
COEFF. DEFL. MEDIO		0.40

4 ACCORGIMENTI PROGETTUALI

I pannelli solari previsti nel progetto sono installati su strutture di sostegno in acciaio parallele che si sviluppano in direzione Nord-Sud ubicate su pali, con un sistema ad inseguimento monoassiale, che consente la rotazione dei moduli fino ad una inclinazione di 60° verso est/ovest rispetto all'orizzontale (quindi 30° rispetto alla verticale). In configurazione orizzontale i pannelli solari sono a un'altezza di 168 cm dal piano campagna. Tuttavia, quando assumono l'inclinazione di 60° rispetto l'orizzontale (e quindi di 30° rispetto la verticale) la distanza minima del pannello dal piano campagna è di circa 64 cm.

Come riportato nel capitolo deputato all'analisi del rischio idraulico l'area di intervento è interessata da fenomeni di allagamento dovuti all'esonazione del fiume Albenga e dei suoi affluenti. Il livello della piena conseguente all'evento meteorico avente tempo di ritorno di 200 anni è pari a +2.66 m.s.l.m. Considerando un franco idraulico di 50 cm di sicurezza, la "quota di sicurezza idraulica risulta essere +3.16 m.s.l.m. Gli allagamenti prodotti dall'evento di piena interessano anche l'area oggetto di intervento, la quale presenta quote del piano campagna che variano tra +1.4 m.s.l.m. e +4.6 m.s.l.m.

Dall'analisi delle quote del piano campagna è possibile individuare quali sono le aree che possiedono quote inferiori alla quota di sicurezza idraulica precedentemente indicata (+3.16 m.s.l.m.). Per tali aree si prescrive che



i pannelli solari siano posti a una quota tale per cui anche nella loro conformazione inclinata di 60° rispetto all'orizzontale posseggano una quota sempre maggiore o uguale a +3.16 m.s.l.m.

Per i pannelli esterni a tali aree non si prescrive nessun accorgimento.

Analogamente, le cabine elettriche devono essere poste al di fuori delle aree aventi quote inferiori a +3.16 m.s.l.m. o devono possedere un piano calpestio avente una quota superiore a +3.16 m.s.l.m, o devono essere perimetrate da arginelli in terra di altezza di sommità non inferiore a + 3.16 m s.l.m.

Si riporta di seguito, rilievo topografico dell'area fornito alla Scrivente da parte della Committenza, con evidenziate le quote del piano campagna rispetto ai valori di +2.66 m s.l.m e + 3.16 m s.l.m.

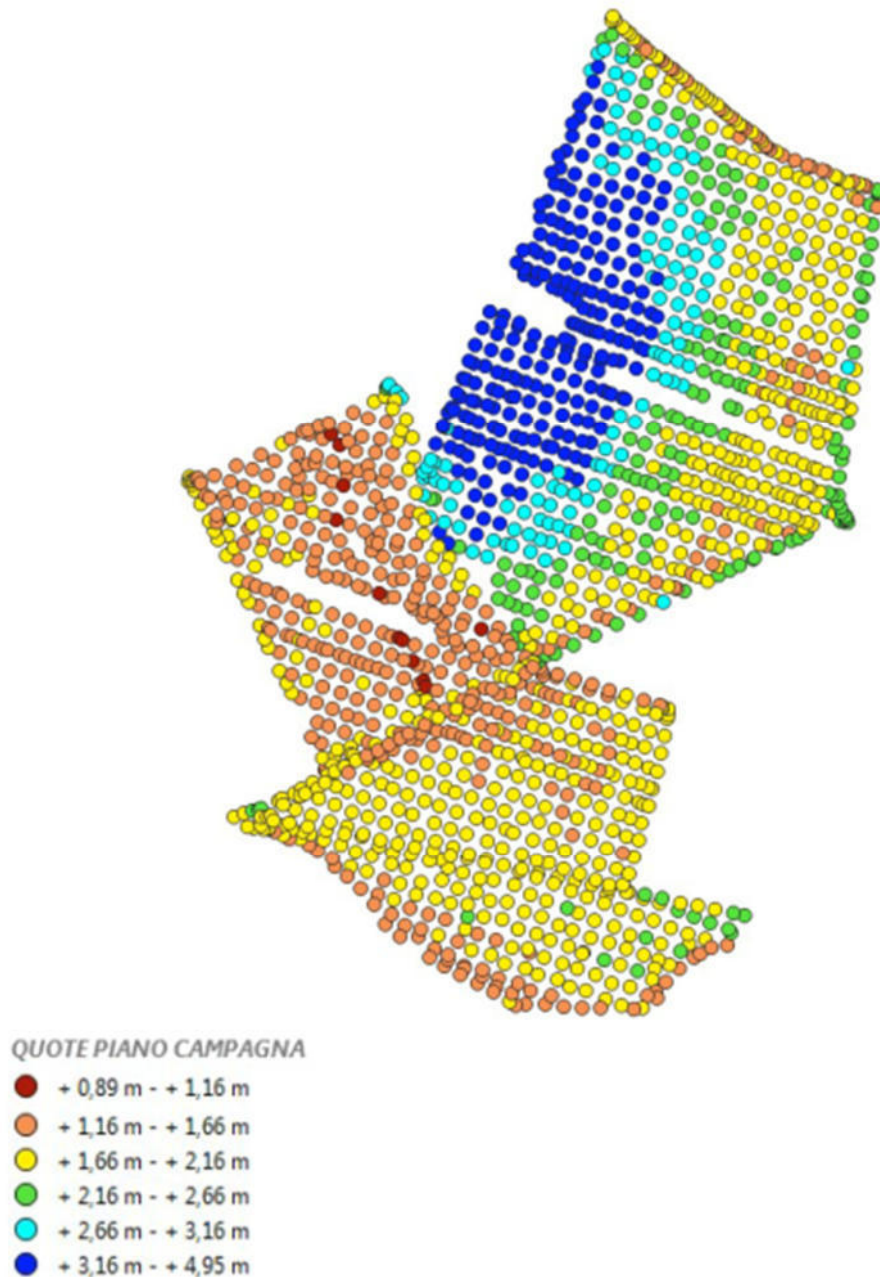


FIG. 22a – PLANIMETRIA STATO DI FATTO CON INDICAZIONE DELLE QUOTE DEL PIANO CAMPAGNA IN RELAZIONE ALLA QUOTA DI SICUREZZA IDRAULICA



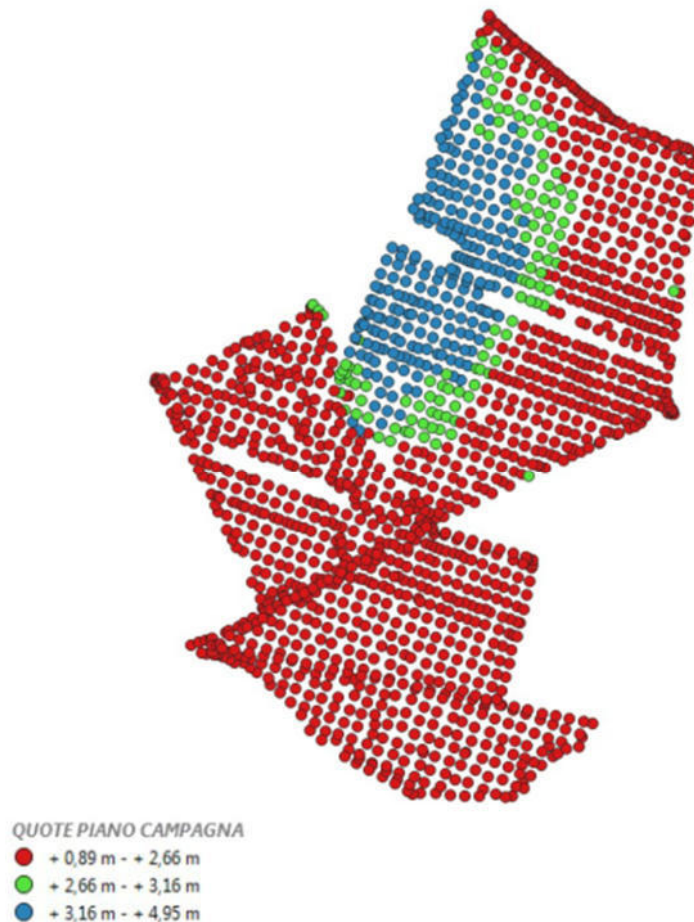


FIG. 22b – PLANIMETRIA STATO DI FATTO CON INDICAZIONE DELLE QUOTE DEL PIANO CAMPAGNA IN RELAZIONE ALLA QUOTA DI SICUREZZA IDRAULICA

5 ANALISI STATISTICA DELLE PIOGGE

Lo studio del regime pluviometrico riguardante il territorio oggetto dello studio costituisce la base per la successiva determinazione dei valori dei volumi di laminazione per assegnato tempo di ritorno. Si tratterà quindi, di determinare una relazione tra la massima altezza di precipitazione e la corrispondente durata dell'evento piovoso, il tutto associato ad un prefissato tempo di ritorno.

5.1 Curva pluviometrica adottata

L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura delle piogge si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate τ . Affinché le deduzioni siano attendibili, è necessario che il periodo di osservazione sia sufficientemente esteso nel tempo: si ammette che un periodo non inferiore a 30-35 anni possa dare un discreto fondamento all'elaborazione.

Il regime pluviometrico è stato caratterizzato sulla base dei risultati prodotti dal gruppo di lavoro che, nell'ambito dell'accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, ha sviluppato attività di ricerca



relative alla “modellazione idrologica” per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana. Nell’ambito di tale lavoro è stata effettuata la stima degli eventi estremi di precipitazione (altezza massima di pioggia per un assegnato tempo di ritorno) in bacini idrografici non strumentati o non provvisti di una serie temporale affidabile di dati mediante l’analisi di frequenza regionale, una tecnica tra le più robuste ed utilizzate a livello scientifico e tecnico. Nello studio sono state stimate le altezze di pioggia per diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni) sia come prodotto del valore della pioggia indice giornaliera μ (per le diverse durate) per il fattore di crescita adimensionale KT (per i diversi tempi di ritorno), che attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l’altezza di precipitazione alla sua durata per un assegnato tempo di ritorno (Tr). La LSPP è comunemente descritta da una legge monomia di potenza del tipo:

$$h = a \tau^n$$

dove:

- h = altezza di pioggia [mm];
- t = durata [ore],
- a [mm ore- n] e n [adimensionale] sono parametri caratteristici per i tempi di ritorno e le località considerate.

La Regione Toscana ha pertanto reso disponibile tali dati per ciascuna stazione pluviometrica del territorio regionale e li ha resi disponibili e consultabili al sito internet (<https://www.sir.toscana.it/lssp-2012>).

Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme - LSPP - Aggiornamento al 2012

Nell’ambito dell’accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, al fine di procedere ad un’implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano, si è provveduto ad effettuare un aggiornamento dell’analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all’anno 2012 compreso (Referente: Prof. Enrica caporali Dipartimento di Ingegneria civile e Ambientale UNI FI).

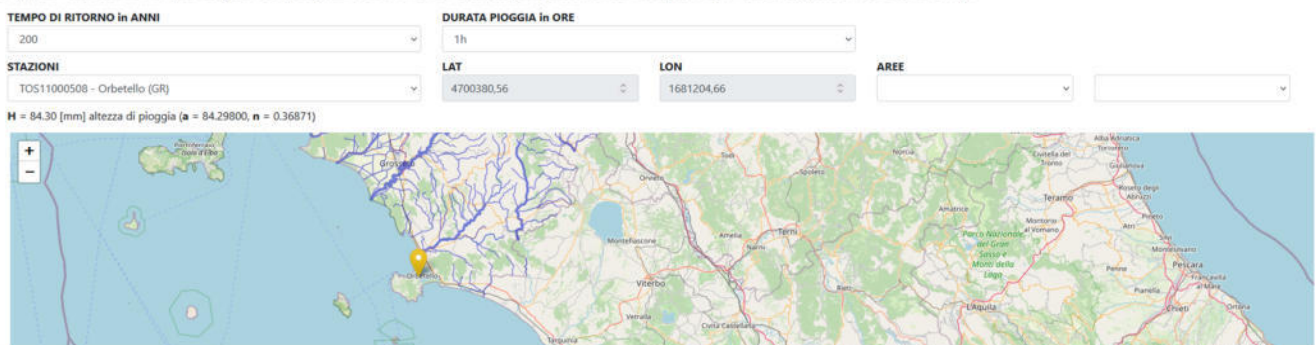


FIG. 23 - ESTRATTO DEL SITO SIR DELLA REGIONE TOSCANA

Per quanto riguarda l’area oggetto di intervento, i valori della curva di possibilità pluviometrica per TR200 sono:

$$a = 84.298$$

$$n = 0.36871$$

6 CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Il volume di laminazione minimo necessario al fine di garantire il principio di invarianza idraulica, viene determinato applicando il “Metodo Razionale”. Questo metodo consiste nel determinare i volumi entranti e uscenti nel sistema al variare del tempo di pioggia, dalla cui differenza si ottiene il valore del volume di invaso cercato. La portata generata dalla superficie totale di progetto viene stimata tramite il metodo razionale:



$$Q = C \cdot j \cdot S$$

in cui:

- Q portata allo scarico in mc/h
- C coefficiente di afflusso
- S superficie di raccolta in mq
- J intensità di pioggia in m/h determinata secondo le curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 200 anni per scrosci e piogge intense superiori all'ora.

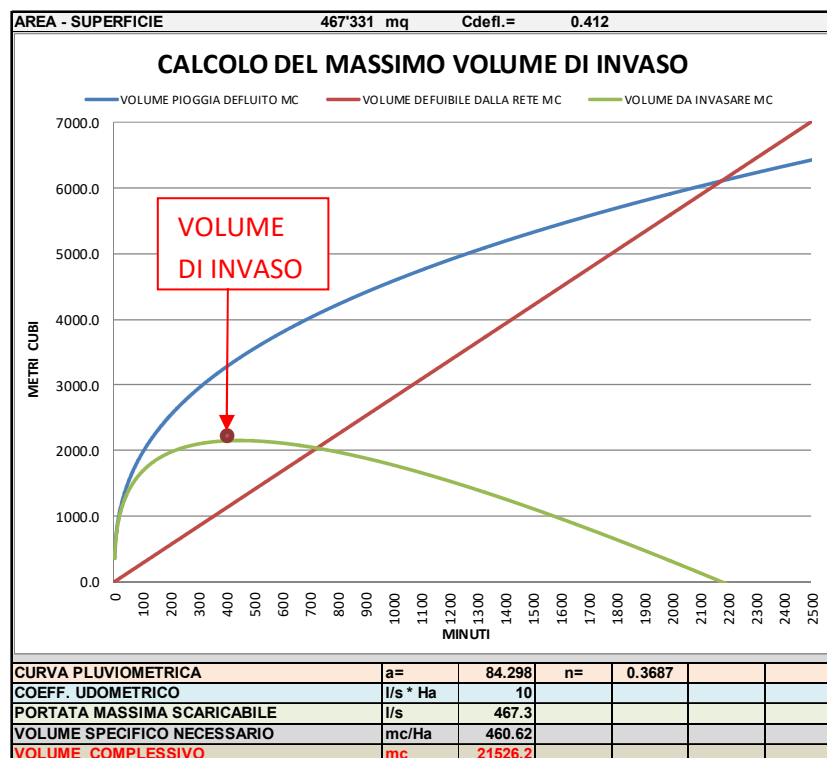
Moltiplicando questa relazione per il tempo si ottiene il volume in ingresso cercato. Nel caso del volume uscente, esso è dato esclusivamente dall'aliquota dovuta allo scarico nei corpi idrici superficiali non considerando perciò l'aliquota dovuta alla filtrazione nel fondo dell'invaso.

La portata in uscita dall'area in esame, considerando un coefficiente di deflusso della superficie impermeabilizzata pari a 0,9, un coefficiente di deflusso per la viabilità pari a 0,6 un coefficiente di deflusso per le aree a destinazione agricola pari a 0,1, viene calcolata **considerando una portata meteorica massima accettabile allo scarico pari a 10 l/s x Ha**. La stima del volume di invaso risulterà quindi essere pari a:

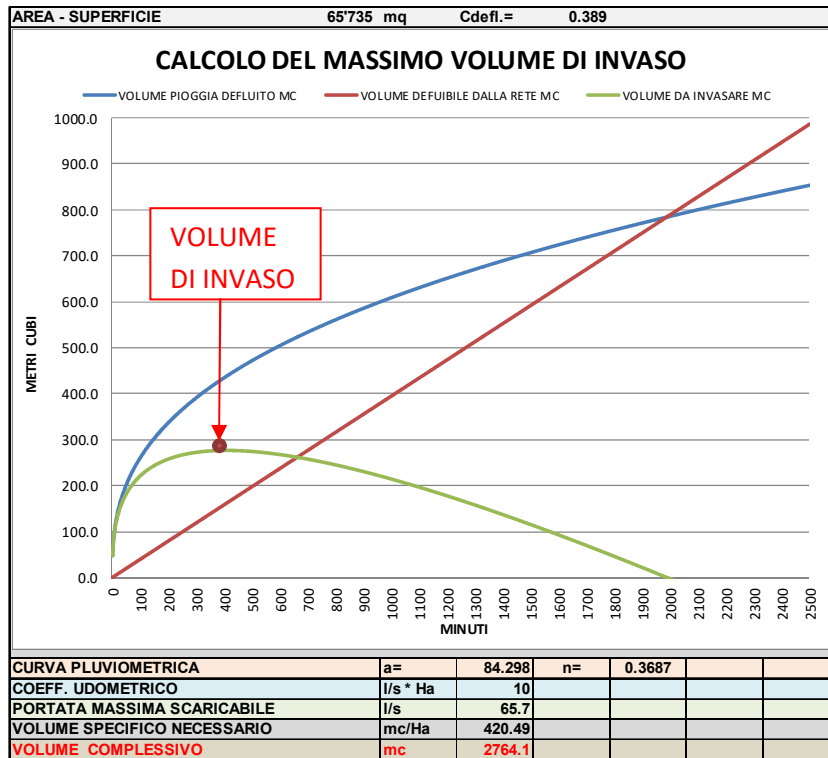
$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{in}} - V_{\text{out}} = (C \cdot j \cdot S) \cdot t - [Q_{\text{scarico}}] \cdot t$$

In tali ipotesi si calcola la quantità, in termini volumetrici, di pioggia caduta secondo la curva pluviometrica per tempi di ritorno pari a 200 anni. Nelle pagine seguenti si riporta in grafici "Volume / tempo" la precedente relazione esplicitata per ciascun comparto e sottocomparto di progetto. In tali grafici viene mostrata la curva caratteristica dei serbatoi, in cui il massimo rappresenta il valore cercato del volume da invasare.

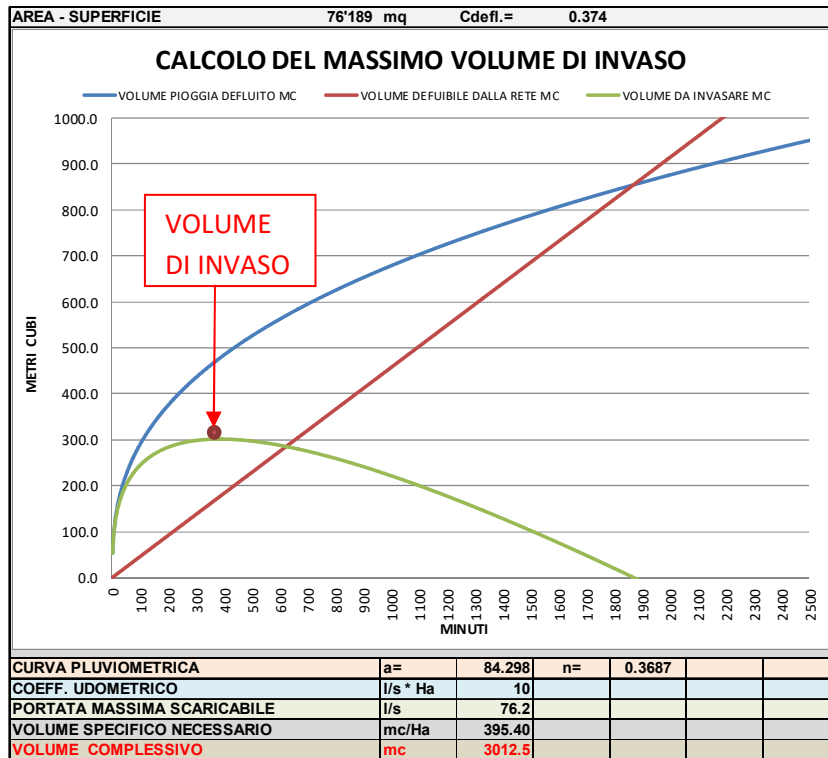
Comparto 1



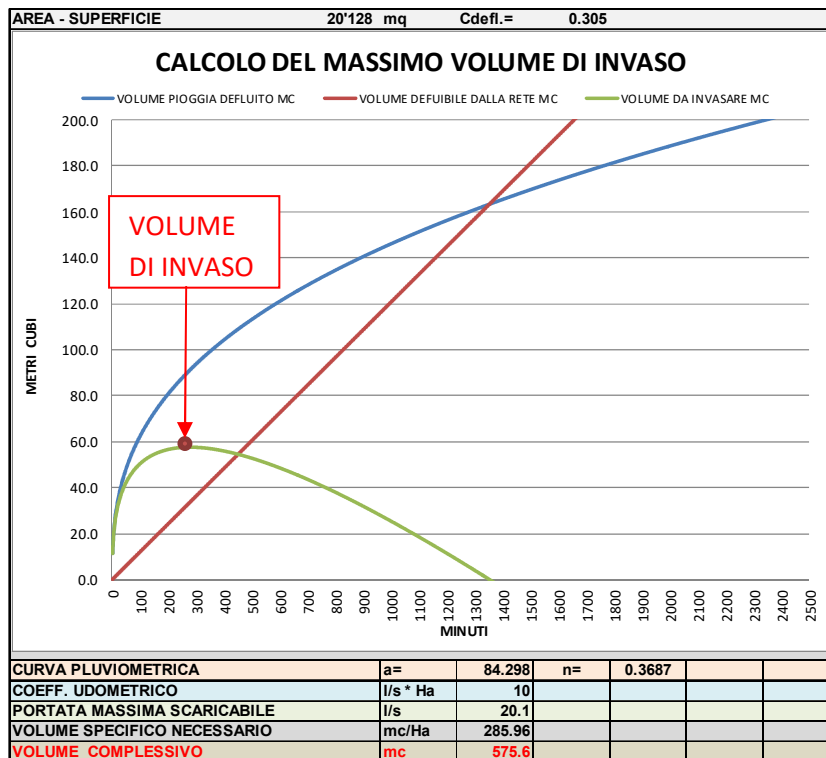
Comparto 2



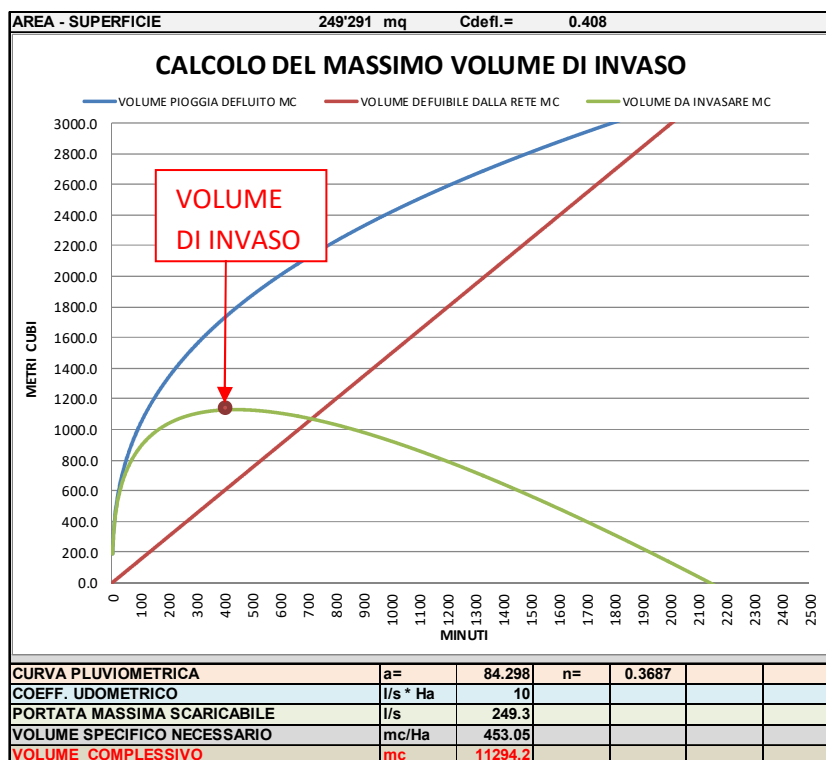
Comparto 3



Comparto 4

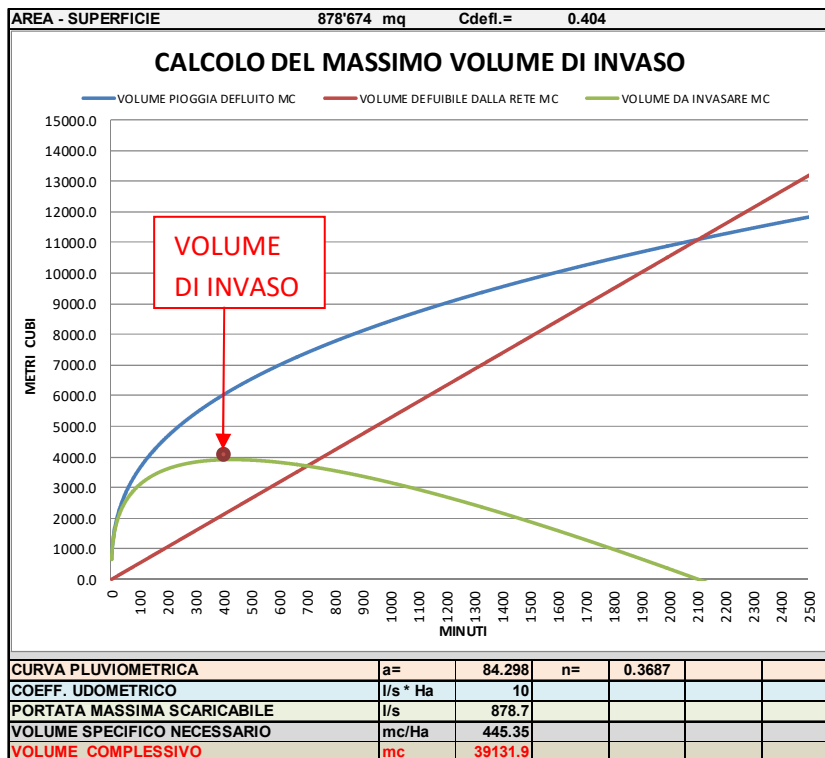


Comparto 5



Considerando l'intera superficie del lotto in oggetto pari a circa 84'298 mq, si ottiene un volume complessivo di laminazione pari a circa 39.131,9 mc ovvero pari a circa 445,35 mc/ha come riportato nel grafico seguente:

Totale Comparti



Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei volumi di invaso minimi ricavati dall'applicazione del principio di invarianza idraulica.

RIEPILOGO CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO			
	SUPERFICIE COMPLESSIVA	VOLUME DI INVASO MINIMO	SPECIFICO
	Ha	mc	mc/Ha
COMPARTO 1	46.73	21'526	460.62
COMPARTO 2	6.57	2'764	420.49
COMPARTO 3	7.62	3'013	395.40
COMPARTO 4	2.01	576	285.96
COMPARTO 5	24.93	11'294	453.05
TOTALE	87.87	39'132	445.35

RIEPILOGO VOLUMI DI LAMINAZIONE RICHIESTI PER COMPARTI E SOTTOCOMPARTI

A tale volume di invaso, è necessario aggiungere il volume dell'arginello di protezione della parte impiantistica elettrica che risulta pari a circa 2.400 mc come indicato nelle Norme del Regolamento Comunale.

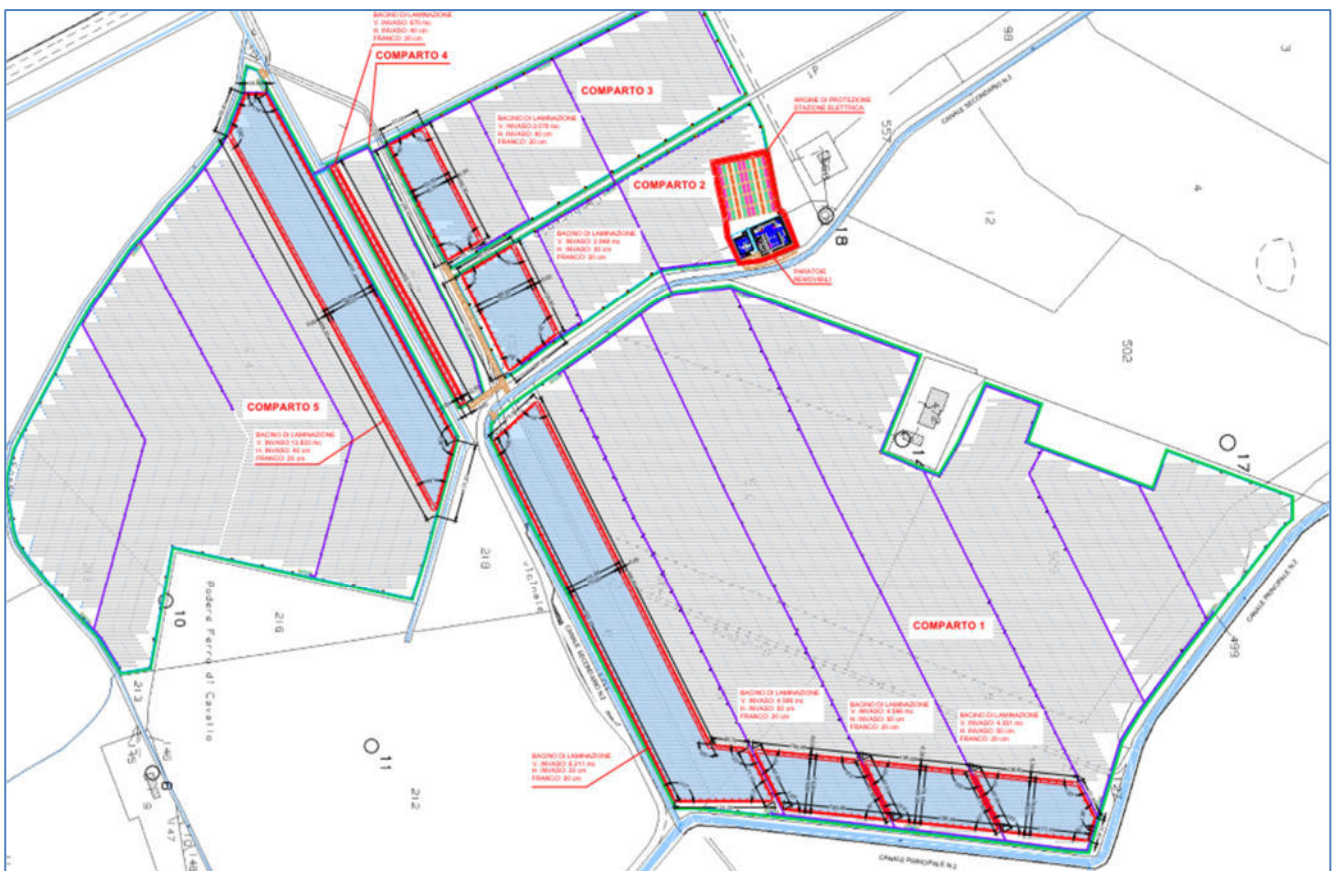


7 REALIZZAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO RICHIESTI

Pertanto si prevedono a livello progettuale le seguenti tipologie di interventi:

- Per gli impianti quali cabine di trasformazione, cabine quadri elettrici e in generale per tutte quelle opere che, a causa di allagamento dell'area potrebbero subire danni, il Committente prevede la realizzazione di un arginello in terra di protezione, con sommità posta a quota +3.16 m s.lm ovvero quota della massima piena TR200 (+2.66 m s.l.m come da studi riportati in precedenza) aumentata del franco idraulico di sicurezza pari a 50 cm (come riportato all'art. 54 R.U. del Comune di Orbetello)
- Per gli impianti, le cabine e i locali e in generale per tutte quelle opere che, a causa di allagamento dell'area potrebbero subire danni, ma che per le quali non è possibile realizzare arginelli perimetrali di sicurezza si prevede la sopraelevazione rispetto al piano campagna attuale o di progetto in modo tale che presentino quota di imposta superiore +3.16 m s.l.m. o che risultino impermeabili all'acqua sino alla quota idrometrica +3.16 m s.l.m.
- Per compensare la formazione dei pannelli fotovoltaici che determinerebbero una limitata impermeabilizzazione delle superfici si prevede la formazione di volumi di invaso di compensazione, con l'applicazione del principio di invarianza idraulica.
- Per compensare i maggiori volumi realizzati con le nuove opere, sottratti alla piena di progetto, si prevede la formazione di volumi di invaso di compensazione, con l'applicazione del principio di invarianza idraulica.

I volumi di invaso saranno realizzati mediante la formazione di depressioni del terreno al di sotto di parte dei campi fotovoltaici per i seguenti volumi:



Nella tavola allegata si riportano i volumi di invaso compensativi da realizzarsi al di sotto delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

Il volume di invaso minimo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica, determinato dalla realizzazione dei pannelli fotovoltaici è pari a circa 39.132 mc.

Il volume di invaso compensativo per la formazione dell'arginello di messa in sicurezza idraulica della zona cabine elettriche viene determinato considerando la superficie di territorio sottratta alla piena pari a circa 11.100 mq moltiplicata per l'altezza media dell'arginello ovvero 1.65 metri ottenendo un volume pari a 18.315 mc.

Quindi in totale il volume compensativo da realizzare per il principio di invarianza idraulica è pari a:

$$39.132 \text{ mc} + 18.315 \text{ mc} = 57.447 \text{ mc}$$

Dal calcolo dei volumi di compensazione che verranno realizzati, si ottiene un volume di invaso complessivo pari a: 60.571 mc, superiore rispetto al volume minimo richiesto pari a 57.447 mc.

Comparto 1	31 976
Comparto 2	4 421
Comparto 3	4 233
Comparto 4	921
Comparto 5	19 020
	60 571

8 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE

Vengono di seguito illustrate le tipologie di interventi di manutenzione da eseguire su impianti/opere idrauliche da parte del personale addetto del Gestore dello stabilimento oppure da parte del personale specializzato di ditte terze.

8.1 Tipologie degli interventi di manutenzione

Gli interventi di manutenzione si definiscono di tipo "ordinario" e "straordinario" in funzione del rinnovo e della sostituzione delle parti di impianto/opera idraulica e di conseguenza delle modifiche più o meno sostanziali delle prestazioni dell'impianto/opera idraulica stessa. Entrambi i tipi di manutenzione rappresentano la somma delle operazioni e degli interventi da eseguire per ottenere la massima funzionalità ed efficienza delle opere allo scopo di mantenere nel tempo il valore, la loro affidabilità e garantire la massima continuità di utilizzo.

8.2 Manutenzione ordinaria

Per manutenzione ordinaria si intendono gli interventi finalizzati a contenere l'usura del normale utilizzo e le rotture accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto/opera idraulica e la sua destinazione d'uso. Sono interventi che possono essere affidati a personale tecnicamente preparato anche se non facente parte di imprese installatrici abilitate. Per tali interventi non è necessario il rilascio della certificazione dell'intervento. La manutenzione ordinaria potrà essere preventiva o correttiva come di seguito specificato.



8.2.1 Manutenzione preventiva

La manutenzione preventiva può essere di duplice natura:

- Gli interventi programmati, definiti nei modi e nei tempi nelle tabelle di Manutenzione Programmata;
- Gli interventi a richiesta sono quelli conseguenti ad eventi o a segnalazioni particolari che, pur senza la presenza di guasti, possono dar luogo a malfunzionamenti.

8.2.2 Manutenzione correttiva

Gli interventi di manutenzione correttiva sono quelli da effettuare a causa di un guasto e/o di una interruzione accidentale del servizio.

Gli interventi di manutenzione possono essere "urgenti" o "non urgenti".

Gli interventi "urgenti" sono quelli che devono essere effettuati entro un intervallo di tempo prefissato dall'Azienda, e riguardano problemi che possono provocare situazioni di pericolo per le persone e/o gli impianti/opere dello stabilimento e/o la tutela dell'ambiente idrico.

Gli interventi "non urgenti" sono quelli determinati da guasto di un impianto/opera idraulica che non pregiudica l'operatività della gestione delle acque meteoriche. Le tempistiche degli interventi di manutenzione "non urgente" sono di volta in volta stabiliti dai Responsabili dell'impianto.

8.3 Manutenzione straordinaria

Per manutenzione straordinaria di un impianto/opera idraulica si intendono gli interventi con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modificano in modo sostanziale le sue prestazioni, siano destinati a riportare l'opera stessa in condizioni ordinarie di esercizio, richiedano in genere l'impiego di strumenti o di attrezzi particolari, di uso non corrente, e che comunque non rientrino in interventi di trasformazione o ampliamento dell'impianto/opera idraulica o nella sua sostituzione, e che non ricadano negli interventi di manutenzione ordinaria. Si tratta di interventi che pur senza obbligo di redazione di progetto, richiedono una specifica competenza tecnico-professionale e la redazione da parte dell'Installatore della documentazione di certificazione degli interventi. La manutenzione straordinaria è intesa solo in senso correttivo come di seguito specificato. Tale attività si effettuerà tramite interventi su chiamata, ogni qual volta se ne renda necessaria, in conseguenza di guasti di qualunque natura e per qualsiasi ragione che si verificherà all'impianto/opera idraulica, con facoltà di eseguire le riparazioni sia sul posto, che presso un'officina specializzata.

9 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il Programma di Manutenzione si riferisce agli interventi di manutenzione ordinaria preventiva e descrive il sistema di controlli e di interventi da eseguire a cadenze prefissate, al fine di garantire la corretta gestione delle opere idrauliche e dei loro componenti nel corso degli anni. I calendari e le tempistiche degli interventi saranno più precisamente definiti in funzione delle reali esigenze riscontrate nella gestione dell'impianto ma comunque sempre nel rispetto del presente manuale. A tale scopo si deve fare riferimento al presente Programma di Manutenzione.



Le operazioni da svolgere riguardano essenzialmente il costante controllo di tutte le apparecchiature installate nella rete di gestione delle acque meteoriche, il controllo dei collettori fognari, delle opere civili (calcestruzzi), della pulizia e volumetria del bacino di laminazione, il controllo della corretta funzionalità del sistema generale. Più precisamente, le operazioni di manutenzione ordinaria programmata riguardano quanto di seguito specificato: pulizia manufatti (collettori, bacino di laminazione, pozzetti limitatori di portata) da materiale estraneo; controllo integrità di tutte le opere idrauliche; pulizia delle aree di pertinenza.

Tali operazioni dovranno avvenire almeno una volta ogni 12 mesi mentre per il pozzetto limitatore di portata almeno una volta terminato un evento meteorico di modesta entità (indicativamente per eventi meteorici con tempo di ritorno superiore a 10 anni) e comunque non meno di 12 mesi.

Il Programma di Manutenzione considera le prestazioni fornite dall'impianto/opera nel ciclo di vita (sottoprogramma delle prestazioni), i controlli da effettuare per rilevare il livello prestazionale (sottoprogramma dei controlli) e gli interventi di manutenzione ordinaria da effettuare con relative scadenze temporali, al fine di fornire le informazioni necessarie per la corretta conservazione delle opere (sottoprogramma degli interventi di manutenzione).

Il sottoprogramma dei controlli e il sottoprogramma degli interventi di manutenzione saranno integrati secondo le indicazioni rilevabili nei manuali di uso e manutenzione del costruttore di ogni impianto/opera idraulica, che verranno forniti ad opere ultimate.

Tubi e collettori

Le tubazioni costituenti la rete delle acque meteoriche provvedono al convogliamento delle acque meteoriche al bacino di laminazione.

Le verifiche dei collettori devono considerare alcuni aspetti tra i quali:

- a) la tenuta;
- b) un esame a vista;
- c) eventuale video ispezione.

Pozzetti, caditoie e chiusini

I pozzetti sono dispositivi di scarico la cui sommità è costituita da un chiusino o da una caditoia e destinati a ricevere le acque reflue captate attraverso griglie o tubazioni secondo lo schema progettuale previsto.

Le caditoie hanno la funzione di convogliare nella rete per lo smaltimento, le acque di scarico usate e/o nei fossi di guardia le acque meteoriche provenienti da più origini (strade, pluviali, ecc). È necessario controllare la funzionalità dei pozzetti e delle caditoie ed eliminare eventuali depositi e detriti di foglie ed altre ostruzioni che possono compromettere il corretto deflusso delle acque meteoriche.

È necessario preliminarmente verificare la corrispondenza degli elementi durante la realizzazione delle opere acquisendo, al termine dei lavori, la documentazione tecnica pertinente.

Le verifiche manutentive comprendono:

- prova di tenuta;
- esame a vista.



Bacino di laminazione a cielo aperto

Il bacino di laminazione, invaserà le acque di pioggia, convogliate tramite ruscellamento superficiale dalle aree afferenti o per tramite della rete idraulica di raccolta delle acque meteoriche. Il bacino dovrà mantenere invariata la volumetria d'invaso per svolgere correttamente la sua funzione, eventualmente compromessa in caso di sedimentazione di terreno e resti di vegetali dilavati dalle sponde. Gli interventi di asportazione degli eventuali sedimenti sul fondo dovranno porre attenzione a non modificarne sagoma e pendenze del fondo.

Manutenzione ordinaria

- pulizia dell'area di pertinenza dell'impianto, compresa l'eventuale disostruzione di tubazioni e pozzetti;
- manutenzione della recinzione dell'impianto, compreso il taglio e l'allontanamento di erbe ed arbusti che investono la recinzione;
- pulizia e sanificazione delle vasche, con la rimozione di pellicole e materiali sedimentati;
- falciatura dell'erba nell'area di pertinenza dell'impianto, almeno una volta al mese da maggio ad ottobre; cura delle essenze arboree presenti nell'impianto e loro potatura autunnale;
- derattizzazione e disinfezione, al fine di prevenire e combattere la presenza dei topi o di altri animali nocivi;

9.1 Sottoprogramma dei controlli

Il sottoprogramma dei controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli da effettuare al fine di rilevare il livello prestazionale delle singole parti delle opere idrauliche durante la loro vita, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma

Tab. A – SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI: OPERE CIVILI IDRAULICHE				
Opera	Intervento	Frequenza	Tipologia	Risorse
Condotte	Controllo integrità della tenuta idraulica (perdite) delle condotte. Verifica assenza depositi e intasamenti.	12 mesi	Controllo a vista	Operaio qualificato
Pozzetti d'ispezione e caditoie	Controllo integrità e tenuta idraulica del pozzetto e delle giunture con le condotte. Controllo stato del chiusino/caditoia e assenza depositi e intasamenti.	12 mesi	Controllo a vista	Operaio qualificato
Serbatoi prima pioggia	Controllo integrità e tenuta idraulica del serbatoio. Verifica assenza depositi e intasamenti.	12 mesi	Controllo a vista	Operaio qualificato
Bacino di laminazione	Controllo presenza micro-fessurazioni della membrana impermeabile in HDPE. Controllo tenuta idraulica e assenza depositi e intasamenti condotte in ingresso e uscita.	12 mesi	Controllo a vista	Operaio qualificato

9.2 Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione stabilisce l'ordine temporale degli interventi di manutenzione da eseguire per una corretta conservazione delle opere idrauliche. Il programma di manutenzione sarà integrato ed eventualmente modificato con le operazioni e le



cadenze temporali previste nei manuali d'uso e manutenzione di ogni singola apparecchiatura e componente installato, che verranno forniti dai costruttori oppure dall'impresa appaltatrice.

Tab. D – SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE: OPERE CIVILI IDRAULICHE			
Opera	Intervento	Frequenza	Risorse
Condotte	Pulizia dei collettori mediante asportazione dei depositi e lavaggio con acqua in pressione.	2 anni	Specialisti
Pozzetti d'ispezione e caditoie	Sostituzione di elementi del pozzetto/caditoia danneggiati con elementi aventi le stesse caratteristiche di quelli esistenti eseguendo con particolare cura le stuccature delle giunzioni tra elementi e le stuccature nei punti di inserimento di tubazioni nel pozzetto/caditoia al fine di garantire la tenuta idraulica. Messa in quota di chiusini e telai di chiusini labili avendo cura di pulire accuratamente la superficie di contatto con la superficie del pozzetto, di posizionare il chiusino alla stessa quota del piano di calpestio e di eseguire le sigillature con malte idonee a sopportare nel tempo i carichi stradali pesanti.	Quando serve	Specialisti
Serbatoi prima pioggia	Pulizia dell'interno dei serbatoi mediante asportazione dei sedimenti e lavaggio con acqua in pressione.	2 anni	Specialisti
Bacino di laminazione	Esportazione depositi con attenzione a non danneggiare la membrana impermeabile.	Quando serve	Operaio qualificato
	Sistemazioni delle fessurazioni della membrana in HDPE con eventuale sostituzione della quota parte di membrana danneggiata.	Quando serve	Specialisti

10 CONCLUSIONI

Dallo studio idraulico condotto sull'area oggetto di studio si evidenziano le criticità idrauliche rilevate e riportate nei vari e diversi studi di Regione e Comune. Tale area risulta esondabile, come effettivamente avvenuto nel passato, e per la messa in sicurezza di tutte quelle opere che, a causa di allagamento dell'area potrebbero subire danni, il Committente prevede diverse tipologie di intervento:

- formazione di arginelli perimetrali di adeguata altezza per la messa in sicurezza idraulica delle aree
- sopraelevazione rispetto alla quota di massima piena
- formazione di volumi compensativi adeguati a seguito dell'applicazione del principio di invarianza idraulica così come dettato dalle attuali Norme.

Al fine di rispettare quanto citato all'art. 5 delle norme di Piano PAI del Bacino Regionale della Toscana, ovvero: "La messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni potrà essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- Dimostrazione dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;
- Dimostrazione che l'intervento non determina aumento delle pericolosità a monte e a valle.

Della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia."

Al primo punto è possibile assolvere ponendosi nella condizione di rispettare la stagionalità nella realizzazione delle opere in progetto, evitando le lavorazioni e l'accesso all'area di cantiere in condizioni meteorologiche avverse.



Per il secondo punto, si è prevista la formazione di volumi di invaso compensativi rispettando pertanto l'applicazione del principio di invarianza idraulica di cui ai precedenti paragrafi, ottenendo un volume di invaso complessivo di compensazione pari a circa 60.571 mc, superiore rispetto al volume minimo richiesto pari a 57.447 mc.

Rovigo li, 20.07.2023

Ing. David Voltan

A handwritten signature in blue ink is written over a red circular professional stamp. The stamp contains the text "INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROVIGO" around the perimeter, "ING. VOLTAN" in the center, and "ALBO N. 16" below it.