

COMUNE DI PIOMBINO

Prov. di Livorno

PIANO DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI - AMBITO COLMATA

D4 -PROGETTO PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA

--- Integrazioni ---

Su richiesta del Genio Civile ai sensi del DPGR 53/R/2011 con istanza del 14.03.2016

Maggio 2016

PROGETTO

Ing. Arch. Riccardo Ciuti / Dott. Luca Sbrilli
Ing. Luca Menini / Ing. Liborio Cammarata -SINTECNICA srl

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. GLI ELEMENTI DI CRITICITA' IDRAULICA**
- 3. IL PROGETTO**
- 4. L'ANTICIPO DI FASE**
- 5. GLI INTERVENTI SUGLI ARGINI**
- 6. LA CASSA DI ESPANSIONE**
- 7. LA MOVIMENTAZIONE DELLE TERRE**
- 8. INDAGINE IDROLOGICO-IDRAULICA**
- 9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

ELENCO DELLE FIGURE NEL TESTO

- Figura n°1:** Stralcio della Tav. 8.4a Pericolosità idraulica del R.U.
- Figura n°2:** Stralcio TAV 8.1.3.1b Regolamento Urbanistico d'Area
- Figura n°3:** Stralcio Tav. 5b Variante al PRG vigente per l'individuazione di un nuovo ambito produttivo-artigianale in loc. Colmata-Gagno integrazioni allo studio idraulico Prof. Pagliara
- Figura n°4:** Spazializzazione sull'intera regione del parametro "a" della LSPP per T=50 anni
- Figura n°5:** Estratto del reticolo idrografico dell'area
- Figura n°6:** File di testo del parametro "a" della LSPP

ALLEGATI AL TESTO

TAV. 8.1a : Stato attuale e anticipo di fase con modalità di autosicurezza idraulica

TAV. 8.1b : Progetto preliminare di messa in sicurezza idraulica

1. PREMESSA

La presente relazione riferisce sul progetto preliminare di messa in sicurezza idraulica dell'area oggetto d'intervento di Piano Attuativo per l'Ambito artigianale e commerciale di Colmata già previsto nel Regolamento Urbanistico vigente, del Comune di Piombino, al punto D5.12.

Contestualmente ottempera a quanto richiesto nella nota del Genio Civile del Marzo 2016 che prevedeva due punti specifici:

1. Aggiornare i dati pluviometrici di riferimento per l'analisi idrologico-idraulica, con riferimento alle "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme –LSPP, sviluppate nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui al DGRT 1133/2012
2. Che il progetto preliminare delle opere di sistemazione previste, ottemperi a quanto esplicitato dalla D.P.G.R. 53/R/2011 al Paragrafo 4 dell'Allegato A, secondo la quale, il progetto, deve contenere una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.

L'area interessata dal Piano Attuativo, risulta soggetta a rischio idraulico come ben illustrato nella **Tav. P8.4a Pericolosità idraulica** a supporto del Regolamento Urbanistico vigente di cui si riporta uno stralcio in Figura 1. Qui si osservano le aree esondabili e le aree da destinare ad interventi di prevenzione del rischio idraulico (aree ASIP) rappresentate con bande oblique di colore rosso.

Per quanto concerne le analisi idrologico-idrauliche di dettaglio, viene preso come riferimento lo studio idrologico-idraulico e le relative integrazioni, redatto dal Prof. Pagliara nel 2008, su incarico dell'Amministrazione comunale di Piombino .

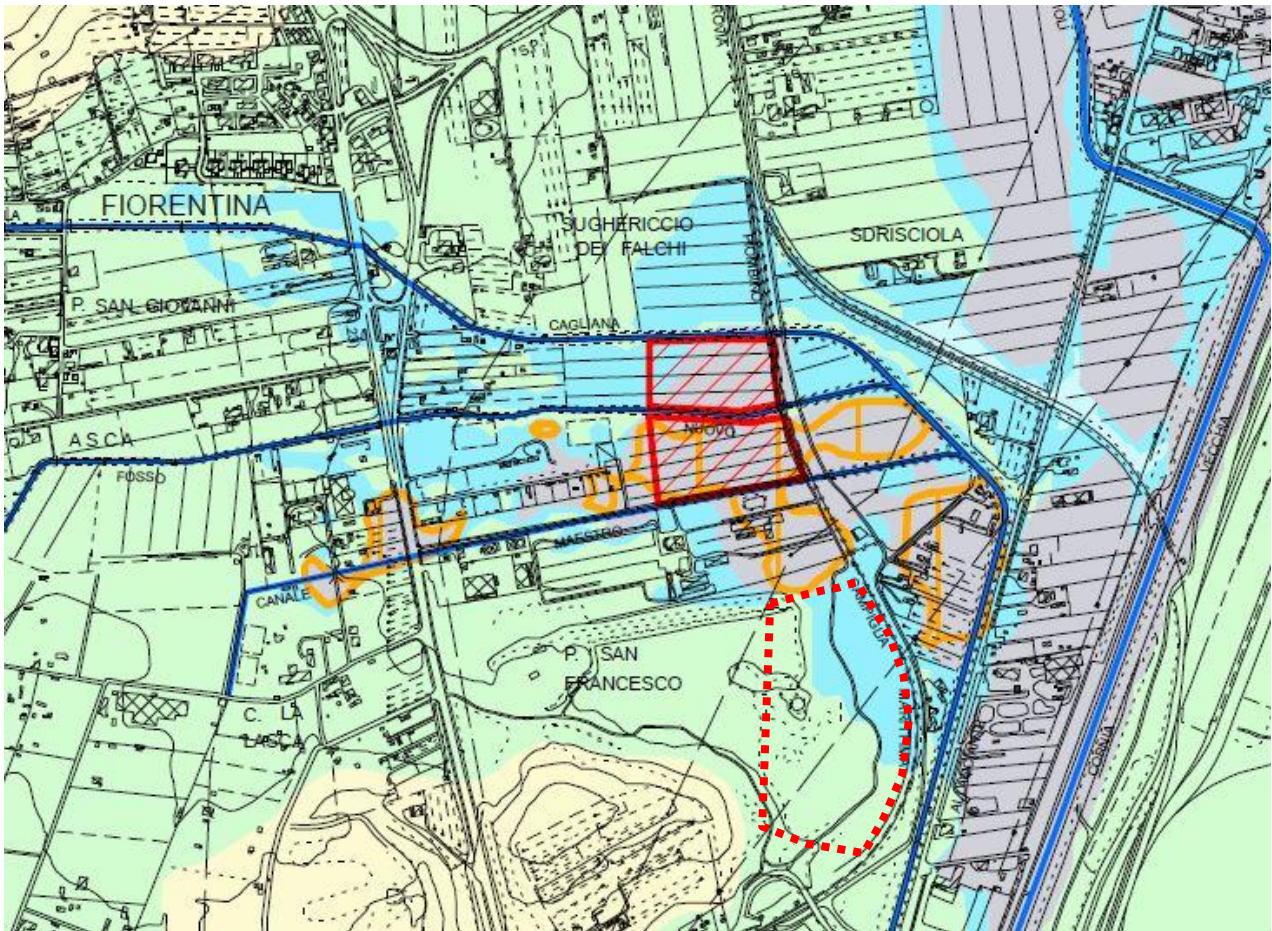


Figura 1: stralcio della Tav. 8.4a Pericolosità idraulica del R.U.

2. GLI ELEMENTI DI CRITICITA' IDRAULICA

Lo studio del Prof. Pagliara evidenzia come nell'area in oggetto, vi siano delle criticità di carattere idrologico-idraulico dettate dai Fossi Cagliana, Nuovo e Maestro, i quali in alcuni tratti, non permettono il contenimento dell'onda di piena (trentennale, centennale e duecentennale). Oltre a ciò si registra un'ulteriore difficoltà dettata dal non sufficiente dimensionamento delle luci dei ponti della strada della Principessa e della linea ferroviaria Piombino-Campiglia M.ma, che si prevede provochino fenomeni di rigurgito idraulico.

I calcoli idraulici espletati sull'intero bacino idrografico di riferimento dei 3 fossi, dimostrano che il volume necessario a contenere l'onda di piena duecentennale e i fenomeni di rigurgito, risulta pari a 102.000 mc. La superficie di esondazione dell'onda di piena duecentennale osservabile in Figura 2, quale stralcio della TAV 8.1.3.1b del Regolamento Urbanistico d'Area - Febbraio 2012, evidenzia

la criticità del territorio in esame attraverso la graficizzazione della distribuzione della lama d'acqua sul territorio quale output di specifico modello matematico.

Lo studio evidenzia inoltre, mediante alcune sezioni morfologiche di dettaglio, che in alcuni tratti le sponde dei tre fossi non risultano sufficientemente alte da contenere le onde di piena duecentennali e centennali.

Al fine di mettere in sicurezza l'intera area di studio si evidenzia la necessità di realizzare due casse di espansione poste tra il Fosso Cagliana e il Fosso Maestro e aventi come limite est il rilevato della linea ferroviaria Piombino-Campiglia M.ma Stazione.

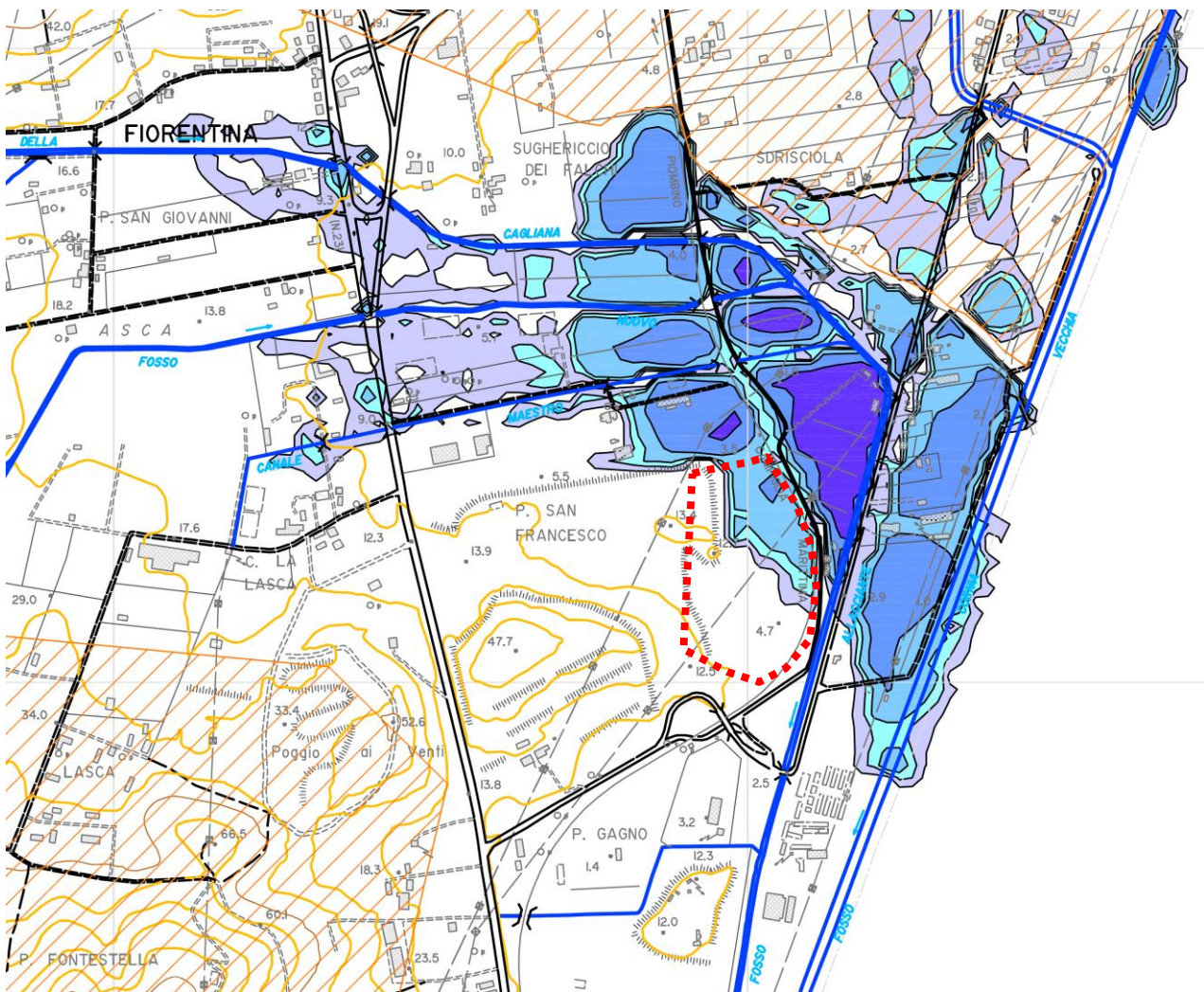


Figura 2: Stralcio TAV 8.1.3.1b Regolamento Urbanistico d'Area - Febbraio 2012

La Figura 3, - ripresa dalla Tav 5b della Variante al PRG vigente per l'individuazione di un nuovo ambito produttivo-artigianale in loc. Colmata-Gagno - integrazioni allo studio idraulico del Dicembre 2008, - illustra gli interventi proposti per contenere il rischio idraulico nell'intera area. Come osservabile viene proposta la realizzazione di una cassa di espansione tra il Fosso Cagliana, il Fosso Nuovo e la linea ferroviaria per una superficie di 15.000 mc ed una seconda cassa di espansione a sud tra il Fosso Nuovo, il Fosso Maestro e la linea ferroviaria, per una areale di 18.000 mc.

Con tali superfici, al fine di contenere il volume di acqua calcolato per evitare allagamenti diffusi delle aree contermini, si rende necessaria un'altezza di oltre 3 m metri delle casse di espansione.

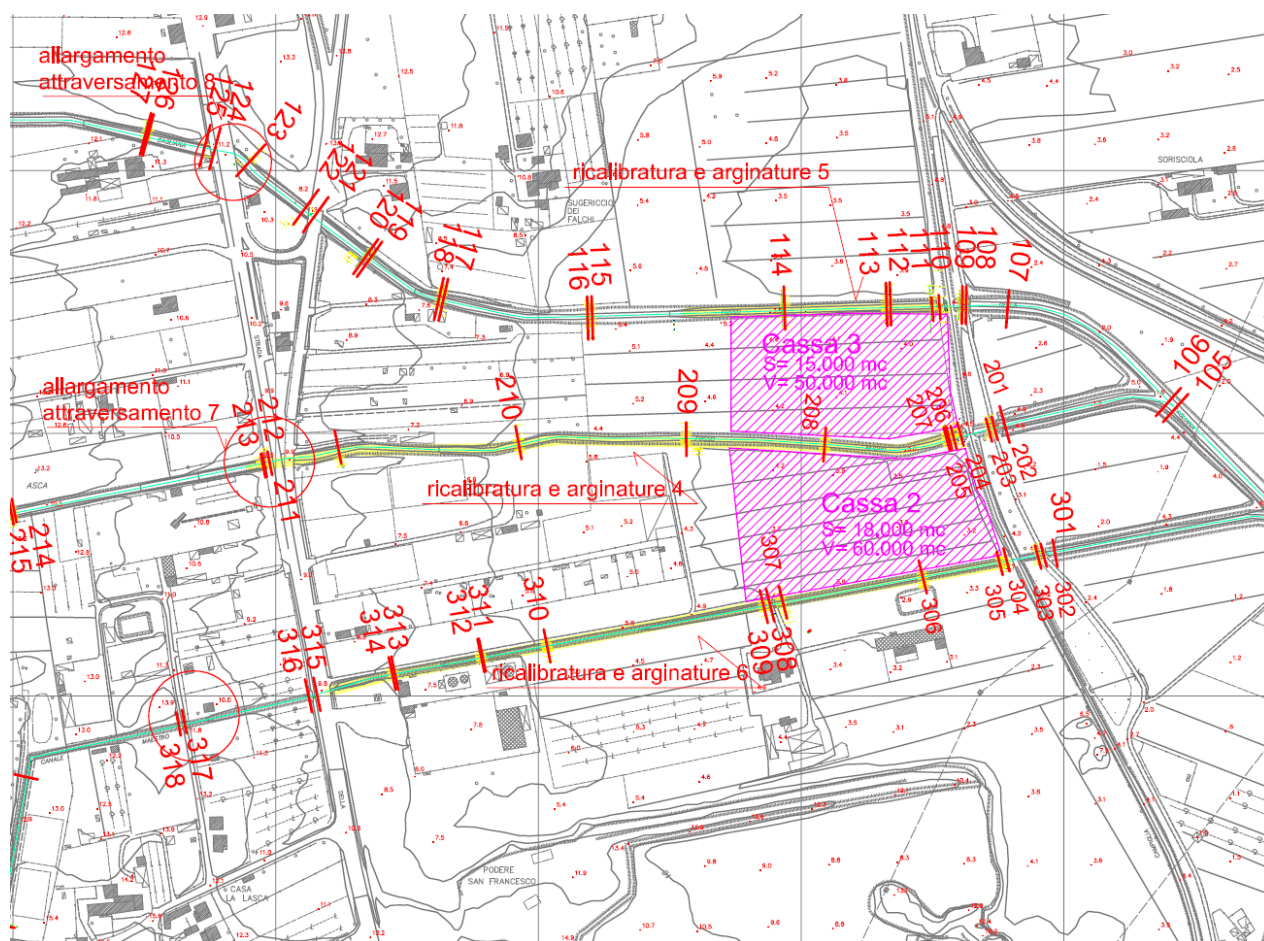


Figura 3: Stralcio Tav 5b Variante al PRG vigente per l'individuazione di un nuovo ambito produttivo-artigianale in loc. Colmata-Gagno integrazioni allo studio idraulico Prof. Pagliara Dicembre 2008.

3. IL PROGETTO

Il progetto preliminare di messa in sicurezza idraulica dell'intera area dell'ambito produttivo di Colmata, da realizzarsi in attuazione del PIP, come già riferito, riprende nelle linee essenziali i risultati ed i suggerimenti scaturiti dallo Studio Pagliara. Nei seguenti paragrafi sarà illustrato anche nei dettagli il progetto preliminare comprendente alcuni scostamenti da detto studio, ritenuti opportuni per renderlo più coerente con le peculiarità del sito d'intervento, conseguenti ad indagini più mirate.

Al fine di poter avviare l'attuazione del PIP consentendo l'insediamento di alcune aziende già pronte all'investimento in loco, si ritiene necessario realizzare un'anticipo di fase per la messa in sicurezza idraulica di una parte dell'intero comparto produttivo, tenuto anche conto della programmazione per lotti funzionali prevista dal PIP.

4. L'ANTICIPO DI FASE

La Fase 1 corrisponde ad interventi ritenuti necessari per mettere in sicurezza idraulica la sola zona posta a sud del Fosso Maestro, azione questa ritenuta necessaria per accelerare l'insediamento delle prime aziende pronte ad investire nel nuovo comparto produttivo – lotto funzionale 1 (porzione sud-est dell'area produttiva) con il conseguente processo di realizzazione di impianti, strutture e infrastrutture, come osservabile nella Tav.8.1 a.

Nello specifico, la zona oggetto di messa in sicurezza idraulica a supporto dell'anticipo di fase, è delimitata ad est dal rilevato della linea ferroviaria Campiglia M.ma – Piombino, a sud dal ponte sulla ferrovia e la contestuale viabilità che congiunge Terre Rosse con la Strada della Principessa. A nord l'area trova il proprio limite a poche decine di metri prima del fosso senza toponimo che delimita a sud la proprietà Piccini, fosso che supera la linea ferroviaria attraverso un by-pass.

L'area sottesa dalla Fase 1 è stata riportata anche nelle Figure 1 e 2 di questo testo (delimitata con tratteggio rosso) e nella Tav. 8.1a, e si osserva che solo la parte nord-est è interessata dal rischio idraulico. Insiste infatti in questa zona, una PIE (pericolosità idraulica elevata) che risulta interessata dalla lama d'acqua di esondazione calcolata con il modello matematico dal Prof. Pagliara.

Per i motivi sopra menzionati, è stato ritenuto necessario ricercare una modalità tecnico-operativa capace di porre la zona sud est dell'intero comparto, oggetto della Fase 1, in condizioni di

autosicurezza idraulica, così come prevedono le Norme di Piano del PAI. Tali norme, per le zone PIE, le stesse con le quali è codificata l'area interessata nella Fase 1 (vedasi zonizzazione tratteggiata in rosso nella Figura 1) definiscono la possibilità di costruire ed intervenire in zone a rischio idraulico purché si riesca a porre il sito in autosicurezza idraulica e non si aumenti il rischio nelle aree al contorno.

In sintesi, al fine di porre in condizioni di autosicurezza il sito, è stato previsto di rialzare, da un punto di vista topografico, l'intera area interessata dalla fase 1, di circa 1 m con materiale detritico terrigeno prelevato in loco. Inoltre, per evitare di aumentare il rischio idraulico nelle zone al contorno, è stata progettata una trincea dove fare confluire le potenziali acque di esondazione in eccesso formatesi in seguito alla realizzazione del tombamento dell'area pianeggiante oggetto di intervento.

La TAV. 8.1a allegata al presente documento, rappresenta la morfologia dello stato attuale del sito e quella di progetto per l'intera area sud, necessaria a porre in sicurezza idraulica questa porzione di area produttiva. Come è facile osservare, nella porzione nord-ovest dell'area oggetto della Fase 1 è presente una protuberanza morfologica con quote intorno ai 8-9 m slm che emerge rispetto al pianoro adiacente alla linea ferroviaria che presenta quote altimetriche di circa 4 m slm. Al fine di avere un'area omogenea per le finalità produttive è previsto un areale pianeggiante ad una quota altimetrica omogenea. Per avere questo è necessario effettuare uno sbancamento delle aree a quote più elevate e adagiare il materiale detritico nella zona adiacente.

La riprofilatura morfologica complessiva del sito, determina un volume in cumulo di materiale detritico terrigeno pari a 60.000 mc. Circa 21.000 mc di materiale detritico terrigeno derivano dalla realizzazione della trincea come sopra citata e 39.000 mc dallo sbancamento della protuberanza morfologica a quota 8 m slm posta nella zona nord-ovest dell'area interessata dalla Fase 1.

L'intero volume pari a 60.000 mc sarà distribuito in maniera uniforme sull'area posta a circa 4 m slm, innalzandola di circa un metro, con una leggera pendenza verso est.

Come detto, tale tombamento del sito, determina un ostacolo alla potenziale lama d'acqua prevista dal modello idrologico idraulico del Prof. Pagliara determinando un volume in eccesso pari a 11.000 mc, che anziché impattare sulle aree al contorno, potrà essere convogliato all'interno della trincea.

La trincea progettata prevede una sezione di trapezio isoscele rovesciato all'interno della fascia di rispetto della linea ferroviaria Piombino Campiglia M.ma. Secondo le norme vigenti, all'interno di tale fascia, della larghezza di 30 metri dal piede del rilevato ferroviario, non possono essere realizzate opere in elevazione. In una fascia più ristretta, di larghezza pari a 6 metri dal piede del rilevato ferroviario, è vietata la realizzazione di scavi.

Nello specifico le caratteristiche della trincea prevedono come già riferito una forma di trapezio isoscele, con base maggiore di 20 metri, base inferiore di 15 m e altezza di 2,5 m con uno sviluppo lineare ad andamento parallelo alla linea ferroviaria, per una lunghezza 334 metri per un totale di 14.500 mc di materiale in banco. Nella zona nord è prevista un'ampia fascia che raccorda la trincea con la zona soggetta ad alluvionamento (zona PIE e PIME). Nel caso di un evento di esondazione, con superamento dell'argine destro del Fosso Maestro, le acque, spingendosi verso sud, raggiungono la zona morfologicamente depressa del piccolo impluvio senza toponimo che bypassa il rilevato ferroviario. Una volta raggiunto il colmo di tale depressione, le acque, si spingono ancora più a sud e, anziché espandersi con una lama d'acqua di alcune decine di centimetri nel pianoro a circa 4 m slm (l'area PIE), trovano, secondo il progetto, l'area occupata da un tombamento di circa un metro. Il volume della lama d'acqua che interessa questa area per un valore di 11.000 mc, calcolato dalle risultanze del Prof. Pagliara con il proprio modello matematico (vedasi in Figura 2 la zona delimitata in tratteggio rosso), potrà trovare spazio nella trincea progettata senza per questo incrementare il rischio di alluvionamento in altre zone limitrofe. In aggiunta, la trincea può contenere ancora un ulteriore volume di oltre 3.000 mc di acqua, riuscendo a così a svolgere la funzione di recettore delle acque meteoriche che cadono nella zona sud, prevedendo superfici impermeabilizzate per strade, piazzali e strutture, prima che sia terminata l'intera urbanizzazione dell'area produttiva di Colmata.

Il volume di acqua contenuto nella trincea, in aggiunta a quello corrispondente alla lama d'acqua sottesa, corrisponde ad un evento meteorico particolarmente significativo, pari a circa 200 mm d'acqua di pioggia.

Una volta stoccato all'interno della trincea, il volume d'acqua sarà pompato nel fossato già esistente che bypassa la linea ferroviaria per sfociare in una tubazione sotto la strada; infine le acque saranno scaricate all'interno del Fosso Allacciante (vedasi sezione schematica in Tav. 8.1a).

Una volta terminati i lavori di autosicurezza idraulica per la Fase 1 e quindi l'urbanizzazione della zona sud dell'area produttiva di Colmata, per completare la messa in sicurezza dell'intero comparto produttivo, sarà necessario intervenire sugli argini dei fossi e realizzare una cassa di espansione come di seguito specificato.

5. GLI INTERVENTI SUGLI ARGINI

Lo Studio Pagliara ha evidenziato, anche attraverso sezioni topografiche, che in alcuni tratti specifici, i tre fossi Cagliana, Nuovo e Maestro, non riescono a contenere il passaggio dell'onda di piena duecentennale e talvolta centennale, elementi questi che non permettono la sicurezza idraulica dell'intera area produttiva.

Questa criticità sarà eliminata attraverso il rinforzo degli argini in tratti specifici come di seguito descritto. Inoltre sarà leggermente rialzata di pochi centimetri la strada di campagna posta in adiacenza alla linea ferroviaria al fine di creare una sponda lato est alla cassa di espansione tale da non gravare direttamente sul rilevato ferroviario. La strada sarà riportata alla stessa quota della base del rilevato ferroviario che per l'intero sviluppo riporta quote altimetriche intorno ai 5 m slm. Nella Tav. 8.1b allegata alla presente relazione, si riporta la planimetria degli interventi da eseguire sugli argini. Nella tabella di seguito si descrivono, per ogni tratto, le caratteristiche morfologiche dell'intervento di rialzo degli argini, la lunghezza dell'intervento e il volume necessario per metro lineare di argine.

Sezione	Tratto interessato all'intervento	Lunghezza	Altezza media del rialzo argine	Mc/m	Volume tot
A-A'	Fosso Maestro dx				
	Da muro impianto stoccaggio petroli fino a ferrovia	400 m	0,6 m	1,5	600 mc
B-B'	Fosso Cagliana sx				
	Da inizio cassa espansione fino a ferrovia (a tratti, circa 50%)	250 m	0,4 m	1	250 mc
C-C'	Fosso Cagliana dx				
	Da strada Principessa fino all'inizio cassa espansione	240 m	0,4 m	1	240 mc
D-D'	Fosso Nuovo sx				
	Tratto terminale prima della cassa espansione	150 m	0,4 m	1	150 mc
E-E'	Fosso Nuovo dx				
	Tratto terminale prima della cassa espansione	150 m	0,4 m	1	150 mc

	Fosso Maestro sx				
F-F'	<i>Da strada Principessa fino all'inizio cassa espansione</i>	260 m	0,4 m	1	260 mc
	Argine ex-novo limite ovest				
G-G'	<i>Dal fosso Maestro al Fosso Cagliana</i>	240 m	0,4 m	1	240 mc
	Strada adiacente alla linea ferroviaria				
H-H'	<i>Dal fosso Maestro al Fosso Cagliana</i>	210 m	0,4 m	1	210 mc

6. LA CASSA DI ESPANSIONE

Riprendendo l'idea avanzata dal Prof. Pagliara nel suo studio del 2008, che consisteva nella realizzazione di due casse di espansione poste a nord e sud del fosso Nuovo, un approfondimento nella valutazione del quadro generale del sito e delle condizioni idrogeologiche emerse, ha portato a ritenere necessario effettuare alcune modifiche all'idea stessa.

Il primo condizionamento emerso è la profondità delle casse di espansione. Nella sua ipotesi il Prof. Pagliara prevedeva una profondità di oltre 3 metri al fine di raggiungere il volume necessario imposto dagli studi idrologico-idraulici. Una verifica in campo evidenzia che la falda freatica presente è, seppure con differenti valori tra la zona nord e sud, ad una profondità inferiore ai 3 metri. Tale condizione impone un allargamento della superficie destinata a cassa di espansione al fine di mantenere inalterato il volume d'acqua da stoccare. Un secondo elemento di valutazione è stato quello di considerare non due casse separate ma di avere un'unica cassa suddivisa in due ambiti, nord e sud. Tale semplificazione permette di non intervenire nell'innalzamento degli argini destro e sinistro del fosso Nuovo.

L'ipotesi progettuale proposta pertanto, individua una cassa di espansione che avrà un limite nord corrispondente all'argine destro del Fosso Cagliana, un limite sud corrispondente all'argine sinistro del Fosso Maestro, un limite est che coincide con il rilevato della strada di campagna adiacente alla ferrovia e come limite ovest un piccolo argine di sicurezza di poche decine di centimetri verso la strada della principessa.

La presenza della falda freatica, nella zona della cassa, si riscontra a circa 1,5 metri dal piano di campagna, nella zona sud e a circa 2,6 metri dal piano campagna nella zona nord. Questa differenza ha imposto di prevedere due zone della cassa di espansione con profondità

diversificate. Come si osserverà dalla TAV. 8.1b, la porzione posta a sud della cassa di espansione, intercettando la falda freatica ad una distanza meno elevata dal piano campagna, forma una zona umida; per soddisfare le necessità di progetto, si prevede di spingere al massimo la possibilità di ricavare volume per il contenimento delle piene. Per questo motivo la destinazione e progettazione finale di inserimento urbanistico sarà rivolta alla costruzione della zona umida sopra indicata con riqualificazione a finalità naturalistica. La parte nord della cassa, seppure ribassata, manterrà la finalità di parco agricolo.

Quanto sopra descritto viene esplicitato nella TAV. 8.1b allegata, sia attraverso una planimetria di progetto che delle sezioni morfologiche dalle quali si evincono le diverse profondità dei due ambiti della cassa di espansione e gli interventi sugli argini.

Porzione NORD cassa espansione		
Superficie	Profondità	Volume
23.000 mq	2,6 m	60.000 mc
Porzione SUD cassa espansione		
Superficie	Profondità	Volume
28.000 mq	1,5 m	42.000 mc
TOTALI cassa espansione		
Superficie	Profondità	Volume
51.000 mq	1,5/2,6 m	102.000 mc

Il volume ricavato dalla realizzazione della cassa di espansione corrisponde con quello calcolato dal Prof. Pagliara e ritenuto necessario per contenere l'onda di piena due centennale, e determinare così la sicurezza idraulica dell'intero comparto produttivo di Colmata.

7. LA MOVIMENTAZIONE DELLE TERRE

Il materiale prelevato per la realizzazione della cassa di espansione, sia nella zona nord che nella zona sud, sarà utilizzato in parte per il rifacimento degli argini dei Fossi come sopra descritto, mentre il materiale terrigeno in esubero sarà utilizzato per innalzare l'area posta a nord ovest in

adiacenza della strada della Principessa di circa un metro dove sono previsti altri capannoni artigianali-industriali.

Per quanto sopra si prevede di utilizzare in loco, all'interno del Piano Attuativo, tutti i volumi di materiale detritico terrigeno che derivano dagli scavi per la realizzazione della cassa di espansione e dal recupero morfologico del sito, senza la necessità di trasporto in aree esterne.

Tale modalità permette da un lato di porre ancor più in sicurezza idraulica il comparto produttivo sebbene la cassa di espansione progettata raccolga in sé l'intero carico idrico di una eventuale onda di piena duecentennale; dall'altro si riduce l'impatto ambientale dovuto al passaggio di mezzi meccanici nella strada extraurbana per allontanare volumi consistenti di materiale terrigeno.

8. INDAGINE IDROLOGICA-IDRAULICA

Relativamente ai dati contenuti nello studio Pagliara per la determinazione della pioggia di progetto e della conseguente portata con tempo di ritorno due centennale, si è provveduto all'aggiornamento delle informazioni pluvio-idrometriche secondo quanto contenuto nelle "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme – LSPP", sviluppate nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012. Esaminando lo studio Pagliara già richiamato, si osserva che sono state prese in considerazione stazioni pluviometriche caratterizzate da una non ottimale rappresentatività del bacino di interesse. Come si evince dall'elenco seguente, molte delle stazioni prese a riferimento dal prof. Pagliara sono ubicate in aree distanti diverse decine di chilometri, ubicate in fasce climatiche diverse rispetto a quelle oggetto di studio e poste a quote altimetriche ben più significative rispetto alle quote prossime al livello mare della zona di Colmata.

La tabella di seguito sintetizza i diversi elementi caratteristici di ogni stazione presa a riferimento dal Prof. Pagliara.

Stazione Pluviometrica	Quota altimetrica (mslm)	Distanza dal bacino idrografico di riferimento (Km)
Gerfalco	732	41,10
Canneto	293	31,52
Castagneto C.cci	194	23,51
Gorgo Leccia	640	40,89
Serrazzano	528	36,56
Lago	240	30,84
Molino del Balzone	82	22,58
Suvereto	112	18
Venturina	12	9,65
Montebamboli	338	25,55
Montioni	167	19,08
San Vincenzo	2	16,27
San Carlo Solvay	76	16,40
Vignarca	2	5,8
Vignale	2	11,68
Follonica	2	18,18
Campiglia Marittima	190	12,91
Populonia	170	5,55

I dati lasciano dedurre che la ricerca del dato medio di piovosità ricavato ed utilizzato per l'analisi idrologico-idraulica risulta assai cautelativo per l'area presa in esame.

Una ulteriore conferma di quanto affermato, si riscontra riprendendo le considerazioni ricavate dalla Relazione Tecnica Finale del Marzo 2014, dal titolo ANALISI DI FREQUENZA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI ESTREME (E. Caporali, V. Chiarello, G. Rossi – Regione Toscana e UniFi). Al Cap. 5.7. LSPP, si evince che *la previsione quantitativa delle piogge estreme in un determinato punto è stata effettuata attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di probabilità*

pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite. La curva di probabilità pluviometrica è comunemente descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

con: h = altezza di pioggia [mm]; t = durata [ore], a e n parametri caratteristici.

È in questa forma che la legge è espressa sia nei maggiori studi a livello italiano (e.g. AdBPo, 2001) che internazionale. Dato che la formulazione dipendente anche dal tempo di ritorno è caratteristica solo di alcuni studi precedenti a livello toscano e dato che richiede l'introduzione di un terzo parametro, ovvero di una regressione multipla fonte di maggiore approssimazione, è stato scelto di utilizzare l'espressione standard della LSPP con i parametri a e n espressi per i tempi di ritorno caratteristici (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni). Per determinare i parametri a ed n , noti i valori della pioggia indice per i diversi tempi di ritorno su tutta la Regione e del fattore di crescita adimensionale KT per ognuna delle 4 regioni, sono state trovate le altezze di pioggia corrispondenti (ovvero 50 ASCII Grid: date le 5 durate e i 10 tempi di ritorno considerati). Sono quindi disponibili, per ogni tempo di ritorno, i parametri a e n con una griglia 1km x 1 km su tutta la regione.

Si riportano, a titolo di esempio, le distribuzioni dei parametri a e n per i tempi di ritorno di 50 anni estratte dalla succitata pubblicazione, dalle quali si evidenzia le differenze dei valori tra la zona oggetto di analisi (la pianura della Val di Cornia) e quelle collinari poste al contorno dalle quali sono stati ricavati la gran parte dei valori della piovosità .

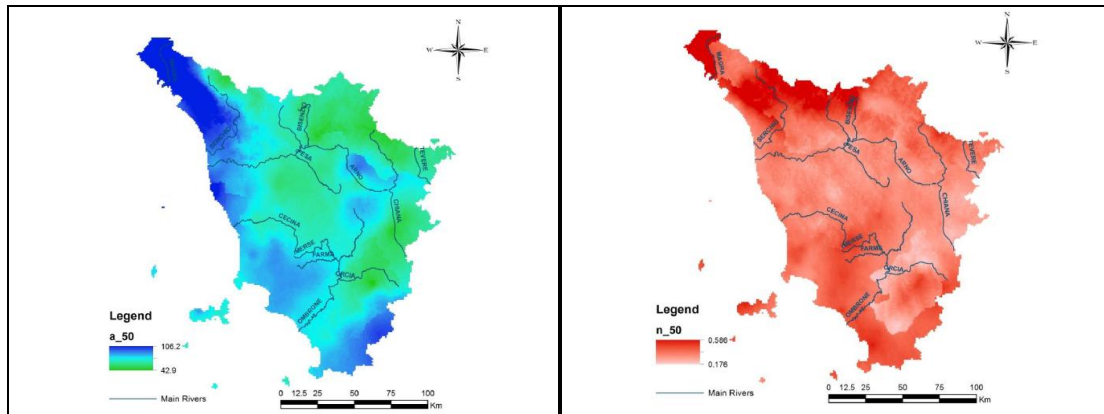


Figura 4: Spazializzazione sull'intera regione del parametro "a" della LSPP per T=50 anni

Dal sito della Regione Toscana inoltre, si sono ricavate le informazioni sul reticolo idrografico insistente sulle aree di intervento ed i dati di pioggia relativi al bacino imbrifero collegato. I corsi d'acqua adiacenti alle zone di cui al presente studio (Fosso Cagliana, Fosso Nuovo e Canale Maestro) si collegano nel Fosso Allacciante e ricevono acque dalle porzioni di Territorio comprese tra il Promontorio di Populonia ed il Fosso Cornia Vecchia, il quale tratto finale corre parallelamente al Fosso Allacciante stesso a partire dalla località di Colmata. Tale condizione si può verificare nella Figura 5, estratta dal Geoportale LAMMA della Regione Toscana che riporta l'aggiornamento del reticolo idrografico approvato con DCRT n°9/2015 all'indirizzo http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo_enti_gestori/index.html.

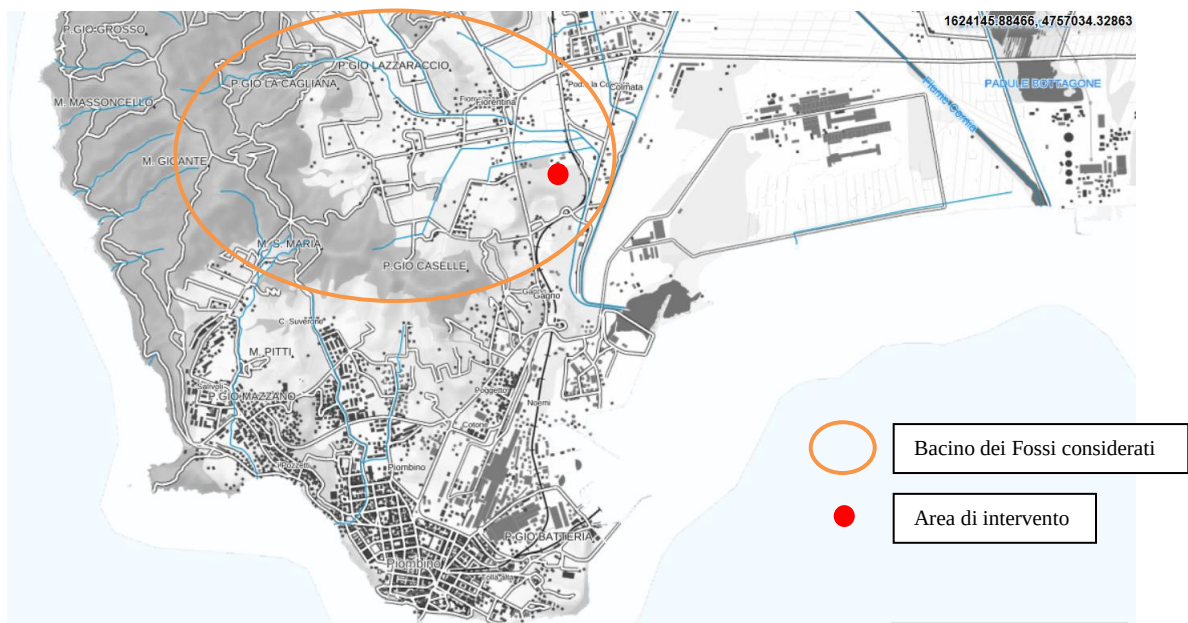


Figura n°5: Estratto del reticolo idrografico dell'area (fonte Geoportale LAMMA Regione Toscana)

Lo studio di regionalizzazione delle precipitazioni condotto dalla Regione Toscana permette l'individuazione dei coefficienti della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica in funzione di tempi di ritorno prefissati; nel caso in oggetto si fa riferimento ad un evento meteorico massimo duecentennale.

Sulla base di considerazioni sull'orografia del territorio, sull'estensione del bacino di interesse e sulla valutazione dei dati di pioggia ottenibili tramite il sito del Servizio Idrografico Regionale, è stato scelto di assumere quali valori "a" e "n" della LSPP quelli derivanti dalla media dei valori delle celle di lato 1 km ricavabili dal database della Regione, così come indicato dallo stesso SIR. Per l'elaborazione dati, i file di testo contenuti nell'archivio dei parametri "a" e "n" della LSPP sono stati riportati su un foglio di calcolo in formato xlsx. Per la stessa conformazione del file di testo, riportante i valori dei parametri suddetti relativi a celle del territorio toscano di grandezza pari a 1 km², si è ottenuto un database che si esplica nella forma riportata nella Figura 6 sottostante.

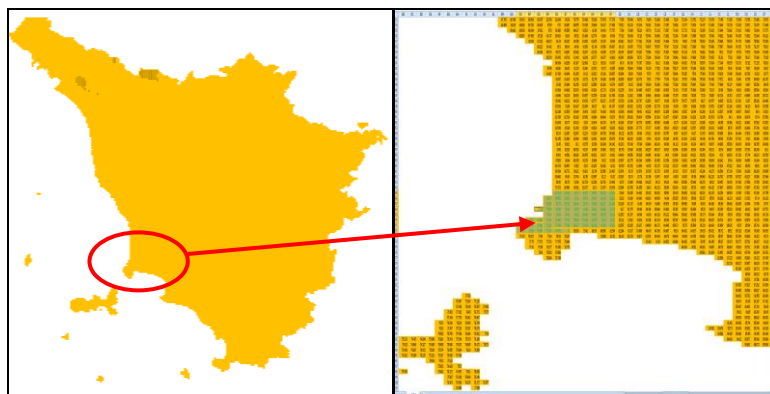


Figura n°6: File di testo del parametro "a" della LSPP in cui sono evidenziati in giallo le celle i cui valori sono significativi; nell'ingrandimento, in verde, le celle impiegate per l'elaborazione dei dati. Si riportano nelle tabelle sottostanti gli estratti dei file di testo contenenti i valori dei parametri ottenuti con la metodologia su indicata e definiti come nella Figura 6 soprastante, relativi alla zona del Promontorio di Populonia e della Pianura del Fiume Cornia (in verde).

VALORI DEL COEFFICIENTE "a" DELLA LSPP													
					79.723	80.596	81.502	82.037	82.13	82.571	83.534	83.654	83.785
					80.374	80.662	81.171	81.813	81.853	82.698	82.614	83.46	83.665
			79.379		80.555	80.974	81.32	81.574	81.893	81.904	82.631	82.82	83.691
			78.206		80.711	79.727	80.648	81.219	81.456	82.027	82.446	83.289	83.337
		77.108	77.665		78.428	79.103	79.901	80.68	81.682	82.066	82.311	82.7	83.775
			77.478		78.186	78.641	78.96	80.886	81.439	81.535	82.104	82.653	83.357
	75.711	76.544	77.412		77.999	78.172	78.844	79.926	80.751	81.34	82.27	83.122	83.162
76.579	76.747	76.528	77.023		77.478	77.768	78.677	79.736	80.328	81.259	81.933	82.507	83.025
77.147	77.391	76.669	77.234		77.657	78	78.883	79.42	80.107	80.858	82.194	82.244	83.137
77.031	78.037	77.04	77.64		78.118	78.267				81.059	82.112	82.613	82.724
	77.75	77.373	77.763		77.975	78.494							
	77.93	78.119	78.277		78.386	78.775							
		78.16	78.503		78.956								
			78.684		78.749								
												VALORE MEDIO	79.75

VALORI DEL COEFFICIENTE "n" DELLA LSPP													
					0.34974	0.34923	0.34876	0.3514	0.35743	0.36096	0.35864	0.35715	0.35263
					0.34008	0.34293	0.34437	0.34492	0.34975	0.3483	0.35193	0.34647	0.34272
			0.33801		0.33364	0.33495	0.33659	0.33858	0.33968	0.34173	0.33705	0.33857	0.33243
			0.34246		0.32794	0.33389	0.33559	0.33418	0.33451	0.33143	0.32911	0.32557	0.32628
		0.34259	0.34197		0.34079	0.33963	0.33685	0.33305	0.32681	0.32484	0.32401	0.32271	0.31642
			0.33976		0.33923	0.34029	0.34139	0.32866	0.32469	0.32385	0.32046	0.31772	0.31417
	0.34491	0.34158	0.33788		0.33761	0.34246	0.34127	0.33396	0.32647	0.32201	0.31556	0.31036	0.31144
0.33302	0.33112	0.33828	0.3379		0.33892	0.3416	0.33857	0.33356	0.32678	0.31987	0.3151	0.31162	0.30913
0.32926	0.32398	0.33275	0.33285		0.33308	0.33566	0.33226	0.32958	0.32619	0.32081	0.31017	0.30994	0.30423
0.32739	0.31545	0.32764	0.32748		0.32718	0.32927				0.31661	0.30828	0.305	0.305
	0.31888	0.32238	0.32354		0.3247	0.32389							
	0.3177	0.31692	0.31671		0.31917	0.31882							
		0.31698	0.3151		0.31366								
			0.31341		0.31394								
												VALORE MEDIO	0.335

In conclusione, la LSPP per un tempo di ritorno di 200 anni con i valori aggiornati per l'area di intervento risulta essere la seguente:

$$h = 79.75 \cdot t^{0.335}$$

Effettuando un confronto con i dati contenuti nello studio Pagliara si ottiene quanto segue:

	STUDIO PAGLIARA	AGGIORNAMENTO SECONDO DGRT 1133/2012
a ₂₀₀ [mm/h ⁿ]	83.162	79.75
n ₂₀₀	0.3114	0.335

L'analisi qui proposta conduce quindi alla conclusione che considerando gli eventi meteorici relativi al solo bacino imbrifero sotteso dai corsi d'acqua prossimi all'area di intervento aggiornati allo studio di regionalizzazione delle precipitazioni pubblicato nel 2014, si ottengono altezze di pioggia confrontabili con quelle definite dallo studio parziale ma comunque inferiori. Nella tabella seguente si presenta un confronto tra l'analisi dello studio Pagliara e quello relativo all'aggiornamento dei parametri della LSPP, per varie durate di pioggia e per un tempo di ritorno di 200 anni; le durate di pioggia considerate sono quelle comprese tra 30' e 6 ore, data la ridotta estensione del bacino sotteso dalle sezioni interessate.

DURATE DI PIOGGIA tp [ore] (con Tr = 200 anni)	ALTEZZE DI PIOGGIA STUDIO PAGLIARA [mm]	ALTEZZE DI PIOGGIA AGGIORNAMENTO SECONDO DGRT 1133/2012 [mm]
0.5	67.0	63.2
1	83.2	79.8
2	103.2	100.6
3	117.1	115.2
6	145.3	145.3

Come si può notare, l'aggiornamento dei dati di pluviometria secondo l'Analisi di Frequenza effettuata dalla Regione Toscana conduce a valori delle altezze di pioggia sul bacino imbrifero che risultano confrontabili con quelle contenute nello studio Pagliara; considerando come affidabili tutte le altre grandezze, definite in tale studio, caratterizzanti i corsi d'acqua della zona, ad una variazione dell'altezza di pioggia corrisponde una portata massima inferiore o al più uguale a parità di Tempo di ritorno.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente progetto preliminare, a supporto del Piano Attuativo, si è posto come obiettivo la messa in sicurezza idraulica dell'intera area del Piano Attuativo.

Basandosi sulla analisi idrologico-idraulica del Prof. Pagliara, prendendo per buoni i suoi risultati, è stata adottata anche la soluzione progettuale proposta per gli interventi di messa in sicurezza idraulica. Questa soluzione progettuale, ulteriormente affinata grazie ad alcuni approfondimenti di natura idrogeologica, ha permesso di elaborare un progetto preliminare che riesce a contenere tutti i volumi d'acqua calcolati che potrebbero tracimare dai tre fossi che insistono nell'area e dai fenomeni di rigurgito dettati dalle insufficienti luci del rilevato ferroviario.

La soluzione proposta della cassa di espansione, suddivisa in un ambito nord e sud, eliminerà completamente il rischio idrologico-idraulico dell'area, in quanto il volume di terreno asportato per realizzare la cassa di espansione coincide con il volume di acqua calcolato dell'onda di piena due centennale. La soluzione progettuale proposta non determinerà problemi al rilevato della linea ferroviaria e non aumenterà le problematiche di rischio a valle della stessa. Il progetto inoltre prevede finalità d'uso diversificato per le due porzioni della cassa di espansione: a nord un uso agricolo e a sud un uso naturalistico ricreativo determinando una opportuna riqualificazione paesaggistica del sito pur svolgendo una funzione di azzeramento del rischio idraulico dell'area.

In riferimento agli aggiornamenti secondo l'Analisi di Frequenza Regionale si osserva che, lo studio Pagliara, basandosi su di un insieme di dati pluviometrici medi relativi ad un bacino molto ampio comprendendo anche località collinari, è risultato particolarmente cautelativo, tanto che l'utilizzo delle LSPP predisposte dal S.I.R. e relative all'effettivo bacino di interesse ampliato ad aree di simili caratteristiche morfologiche e geografiche porta ad altezze di pioggia inferiori o al più uguali.

Per tutto quanto sopra riportato è possibile asserire che i valori delle portate critiche utilizzate per dimensionare la cassa di espansione finalizzata alla messa in sicurezza idraulica dell'intero comparto artigianale-commerciale di Colmata sono supportate anche utilizzando le LSPP aggiornate e risultano pertanto cautelative.

Il progetto infine, è stato predisposto per realizzare un anticipo di fase nella realizzazione dell'area produttiva, permettendo in tal modo di poter costruire strutture ed infrastrutture ancor prima di aver messo in sicurezza idraulica l'intero comparto. Tale possibilità è stata predisposta per la zona

sud-est, dove insiste una zona PIE e sulla quale è stata avanzata la proposta di un intervento di **autosicurezza idraulica**, mediante la realizzazione di un innalzamento di circa un metro del piazzale produttivo prospiciente alla linea ferroviaria e contestualmente la realizzazione di una trincea che può recepire le acque in esubero nel caso di inondazione. Una volta concluso l'intervento di messa in sicurezza dell'intero comparto mediante la realizzazione della cassa di espansione, la trincea sarà utilizzata come centro di raccolta delle acque meteoriche dell'intera area sud dell'area produttiva evitando così di gravare sul reticolo idraulico circostante.

Una volta realizzate tutte le opere riguardanti la messa in sicurezza idraulica, sarà cura del soggetto gestore dell'intero comparto produttivo effettuare il monitoraggio delle opere realizzate in modo che il loro funzionamento sia sempre garantito ed efficiente.

Piombino 25/05/2016

Dott. Geol. Luca Sbrilli



Ing. Arch. Riccardo Ciuti



Per aspetti idrologici-idraulici

Dir. Tecnico – Sintecnica srl

Dott. Ing. Luca Menini



Ing. Idraulico – Sintecnica srl

Dott. Ing. Liborio Cammarata



