



COMUNE DI ORBETELLO

INDAGINI IDROLOGICHE IDRAULICHE DI SUPPORTO AL REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI ORBETELLO AI SENSI DEL REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE N.26/R DELL' ART. 62 DELLA LEGGE REGIONALE 1/2005

ELABORATO	TXT01
SCALA	-----
DATA	Febbraio 2011
REVISIONE	01

OGGETTO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

PROGETTISTA:

ING. ANDREA BENVENUTI
VIA CLAUDIO MONTEVERDI 40
50144 FIRENZE

COMITENTE:

COMUNE DI ORBETELLO

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
00	PRIMA EMISSIONE	A.BENVENUTI	MARZO '10	A.BENVENUTI	MARZO '10	A.BENVENUTI	MARZO '10
01	SECONDA EMISSIONE	A.BENVENUTI	FEBBRAIO '11	A.BENVENUTI	FEBBRAIO '11	A.BENVENUTI	FEBBRAIO '11

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO	3
2.1	APPROCCIO METODOLOGICO	3
2.2	INQUADRAMENTO DELL'AMBITO FISICO D'INDAGINE	5
2.3	DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO	5
2.3.1	<i>Raccolta ed analisi dei dati disponibili</i>	<i>5</i>
2.3.2	<i>Caratterizzazione topografica del corso d'acqua.....</i>	<i>6</i>
2.3.3	<i>Caratterizzazione delle aree potenzialmente allagabili.....</i>	<i>6</i>
2.3.4	<i>Coefficienti di scabrezza</i>	<i>8</i>
2.4	ANALISI NORMATIVA	9
2.4.1	<i>Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone</i>	<i>9</i>
2.4.2	<i>Il Regio Decreto n.523 del 1904</i>	<i>12</i>
2.4.3	<i>Strumenti per il Governo del Territorio.....</i>	<i>13</i>
2.4.4	<i>Legge Regionale n. 1/2005 e DPGR n. 26/R.....</i>	<i>13</i>
2.4.5	<i>Il Piano Strutturale del Comune di Orbetello.....</i>	<i>15</i>
3	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA	16
3.1	AMBITI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	16
3.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA ANALITICA	18
3.2.1	<i>Analisi idrologica ed idraulica analitica.....</i>	<i>18</i>
3.2.1.1	<i>Analisi dei Risultati</i>	<i>19</i>
3.3	PERICOLOSITÀ IDRAULICA QUALITATIVA E GEOMETRICA.....	21
3.3.1	<i>Analisi idrologica idraulica qualitativa.....</i>	<i>21</i>
3.4	MAPPATURA DELLE AREE ESONDABILI.....	22
3.5	MAPPATURA AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA IN CONFORMITÀ AL PAI DEL BACINO REGIONALE OMBRONE	22
4	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ IDRAULICA DELLE PREVISIONI URBANISTICHE	23

1 Premessa

Lo scrivente è stato incaricato dal Comune di Orbetello di predisporre le indagini idrologico-idrauliche di supporto al Regolamento Urbanistico, ai sensi del Regolamento di Attuazione dell'art. 62 della Legge Regionale 1/2005 (Norme per il Governo del Territorio) in materia di indagini geologiche, approvato con D.P.G.R. n. 26/R del 27 Aprile 2007.

Il Consiglio Comunale, nella seduta del 19 Marzo 2007, con Del. C.C. n. 16, ha approvato il Piano Strutturale ai sensi e per gli effetti dell'entrata in vigore della nuova Legge Regionale n. 1/2005 "Norme per il governo del territorio". Le indagini geologico-geotecniche di supporto al Piano Strutturale, redatte in base al PIT approvato con delibera n.12 del 25/01/2000, hanno suddiviso l'intero territorio comunale in classi di pericolosità sulla base delle notizie storiche di esondazioni e delle caratteristiche morfologiche del territorio, tenendo conto delle aree a pericolosità elevata (P.I.E.) e molto elevata (P.I.M.E.) individuate dal PAI del Bacino Regionale Ombrone.

In attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 in materia di indagini geologiche, con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R è stato emanato il Regolamento di attuazione che, ai sensi dell'art.1, disciplina *" le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico, la fattibilità delle previsioni e per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico [...], la procedura del deposito delle indagini geologico-tecniche presso le strutture regionali competenti e le modalità del controllo delle indagini geologico-tecniche di cui sopra."*

Le disposizioni del regolamento (Art.2) *"si applicano alle indagini geologico-tecniche da effettuare in sede di formazione: a) del piano strutturale e sue varianti; b) del regolamento urbanistico e sue varianti; c) del piano complesso d'intervento e sue varianti; d) dei piani attuativi e loro varianti; e) delle varianti ai piani regolatori generali vigenti."*

In base al nuovo quadro normativo, le Amministrazioni comunali, in sede di formazione del Piano Strutturale e degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, devono effettuare indagini geologico-tecniche di supporto verificando la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, in attuazione del Piano di Indirizzo Territoriale, dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali e nel rispetto dei Piani di Bacino che costituiscono riferimento essenziale, al fine di accertare i limiti ed i vincoli che possono derivare dalle situazioni di pericolosità riscontrate e di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione.

Alla luce di quanto sopra sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici analitici e qualitativi sui corsi d'acqua. A supporto di tali indagini, è stata condotta una campagna di rilievi topografici per la definizione della geometria d'alveo dei principali corsi d'acqua che concorrono a definire la pericolosità nelle aree oggetto di trasformazione.

Per i nuovi interventi insediativi previsti dal Regolamento Urbanistico, sono state dunque definite le condizioni di fattibilità idraulica sulla base del livello di pericolosità riscontrata, individuando gli interventi di messa in sicurezza idraulica necessari all'eliminazione di pericolo per persone e beni, senza incremento della pericolosità nelle aree contermini.

2 Definizione dell'ambito di studio

2.1 Approccio metodologico

Le indagini idrologiche ed idrauliche consentono di approfondire, integrare ed aggiornare la conoscenza idraulica del territorio comunale, al fine di definire le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali, secondo le categorie di fattibilità fissate dal D.P.G.R. n. 26/R del 27 Aprile 2007.

Nell'ambito della presente indagine sono stati implementati studi idrologici ed idraulici, analitici e qualitativi, per verificare le condizioni di allagamento del territorio.

Si riporta di seguito lo schema dell'approccio metodologico.

Indagini idrologiche ed idrauliche di supporto al R.U.		
Metodologia d'indagine	Ambito di pericolosità	Criterio per la definizione della pericolosità
analitica	Pericolosità analitica	D.P.G.R. n. 26/R
qualitativa	Pericolosità qualitativa	Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale
nessuna indagine	Pericolosità geometrica	Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale

TABELLA 2-1: SCHEMA DELL'APPROCCIO METODOLOGICO

Lo studio analitico si propone di definire la pericolosità idraulica analitica nelle zone di interesse, valutando gli input idrologici e modellando i corsi d'acqua costituenti la rete idraulica superficiale.

Lo schema metodologico scelto si basa essenzialmente su criteri analitici che, partendo dagli eventi di precipitazione, conducono alla definizione delle aree soggette ad inondazione attraverso, la simulazione dei fenomeni di formazione e propagazione dell'onda di piena.

Ai fini dell'individuazione delle aree soggette a rischio, l'approccio deve necessariamente considerare un corso d'acqua nella sua più completa caratterizzazione spaziale, sia in termini d'estensione, sia in termini di contributi laterali provenienti dagli affluenti considerati. La determinazione delle aree soggette ad inondazione dipende, in sostanza, dalla distribuzione spazio-temporale dei volumi di piena; pertanto, in ogni sezione del corso d'acqua, i volumi d'esondazione dipendono, a parità d'evento che li genera, dalla dinamica di propagazione e di laminazione verificatasi nelle sezioni precedenti. Lo stesso ragionamento vale per i contributi di piena al corso d'acqua principale provenienti dagli affluenti.

È pertanto necessario, da un lato, stimare gli idrogrammi di piena in arrivo al corso d'acqua e, dall'altro, analizzarne la propagazione e laminazione per effetto di esondazioni, opere, diversivi ed immissioni laterali. Di qui la necessità di un approccio integrato di tipo idrologico-idraulico che consideri l'asta fluviale d'interesse, il relativo bacino afferente e le eventuali connessioni idrauliche laterali.

Le sollecitazioni idrologiche al sistema, costituite in generale da eventi caratterizzati da intensità di pioggia variabili nel tempo e nello spazio e dalle "condizioni iniziali" del bacino idrografico, vengono rappresentate da ietogrammi sintetici definiti in base alle Curve di Possibilità Pluviometrica per preassegnata durata di pioggia e tempo di ritorno. Attraverso la modellistica idrologica, vengono definiti gli idrogrammi di piena nelle sezioni di chiusura prescelte del corso d'acqua considerato, tenendo conto che i contributi di piena degli interbacini sono valutati adottando la stessa durata di pioggia ed un coefficiente di ragguglio areale tale da garantire una distribuzione spaziale uniforme dell'evento.

La propagazione dei deflussi di piena così generati e la valutazione dei fenomeni esondativi lungo l'asta fluviale considerata avviene tramite modelli idraulici, in grado di fornire in ogni sezione dell'asta fluviale l'idrogramma di piena in transito ed il massimo battente idraulico atteso, in modo tale da poter verificare l'efficienza delle strutture di contenimento o, in caso contrario, la sussistenza di fenomeni esondativi.

Le simulazioni idrologiche-idrauliche sopra descritte sono eseguite per prefissati tempi di ritorno ($T_R=20-30-200-500$ anni) assumendo, come durata dell'evento di pioggia, la durata critica che ragionevolmente crea le condizioni più gravose per il corso d'acqua in termini di altezza d'acqua nelle sezioni fluviali, secondo i criteri indicati nell'Allegato A del D.P.G.R. n. 26/R – Direttive per le indagini geologico-tecniche.

Sono così definite le aree soggette ad inondazione, assumendo le condizioni più gravose che si verificano in ciascuna sezione. Si perviene quindi alla mappatura delle aree allagate per i diversi tempi di ritorno considerati.

Nelle aree che non sono state studiate analiticamente è stata riproposta la pericolosità idraulica definita nello studio geologico-tecnico a corredo del Piano Strutturale, 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, la pericolosità idraulica è denominata "*qualitativa*" e contrassegnata dalla lettera "a" (I.2a, I.3a e I.4a) in base di studi idrologici ed idraulici qualitativi, mentre è 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.

Lo studio qualitativo si propone di definire, in aree di fondovalle drenate da acque basse (a scolo meccanico) e/o di bonifica, condizioni di fattibilità mediante valutazioni idrologiche ed idrauliche qualitative. Tale approccio è stato adottato per definire condizioni di fattibilità anche nelle aree non adiacenti a corsi d'acqua significativi, in particolare nelle aree storicamente inondate in prossimità della costa.

Si riportano di seguito le fasi operative che consentono l'individuazione e la perimetrazione delle aree soggette a rischio idraulico su base analitica:

- ⇒ individuazione e caratterizzazione dell'ambito fisico oggetto di studio: raccolta ed analisi dei dati disponibili, caratterizzazione topografica dei corsi d'acqua e delle aree di potenziale esondazione;
- ⇒ analisi del contesto normativo;
- ⇒ modellazione idrologica;
- ⇒ modellazione idraulica;
- ⇒ analisi dei risultati e perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.

Per ogni corso d'acqua oggetto di indagine analitica saranno prodotti i seguenti elaborati grafici:

- planimetria di rilievo e modello idraulico;
- modello idrologico;
- sezioni fluviali con livelli T_R 20 - 30 - 200 - 500 anni;
- pericolosità idrauliche ai sensi del D.P.G.R. 26R del 26/04/2007 attuazione della L.R. 1/2005.

Per il Torrente Osa ed il Fiume Albegna la modellazione idrologica è mutuata dai progetti degli interventi di messa in sicurezza idraulica sul Torrente Osa e sul Fiume Albegna, redatti dallo Studio Tecnico Associato Hydrogeo –Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, che hanno integrato il quadro conoscitivo di bacino.

2.2 Inquadramento dell'ambito fisico d'indagine

L'ambito di studio analitico è rappresentato in *Tavola 1 - Corografia, planimetria dei corsi d'acqua studiati* in scala 1:10.000, in base ai nuovi interventi di edificazione previsti nel Regolamento Urbanistico, e comprende i principali corsi d'acqua che concorrono a definire il livello di pericolosità nelle aree oggetto di trasformazione edilizia.

Si riporta di seguito l'elenco dei corsi d'acqua studiati analiticamente per ogni area di trasformazione.

Progressivo	Area Trasformazione	Corso d'acqua	Progressivo	Area Trasformazione	Corso d'acqua
1	At02	Collettore Occidentale			Albegna
		Torrente Osa	13	At11	Canale 6
2	At06 Stato Naturale	Controfosso Dx T. Osa			Albegna
		Fosso Giuncaie	14	At12	Canale 6
		Torrente Osa			Albegna
3	At06 Area Edificabile	Controfosso Dx T. Osa	15	At17	Canale 6
		Fosso Giuncaie			Albegna
4	At05 Verde rispetto	Fosso della Bufalareccia	16	At09	Canale 6
5	At05 Area Edificabile	Fosso della Bufalareccia			Controfosso Sx Albegna
		Torrente Magione Radicata			Canale 6
6	At15 Area Edificabile	Controfosso Sx Albegna		At18 Valle Maremmana	Albegna
		Albegna	17		Canale 4
		Torrente Magione Radicata			Controfosso Sx Albegna
7	At15 Parcheggi	Controfosso Sx Albegna			Canale 6
		Albegna			Albegna
		Torrente Magione Radicata	18	At18 Monte Maremmana	Canale 4
		Controfosso Sx Albegna			Controfosso Sx Albegna
8	At15 Verde Pubblico	Albegna			Canale 6
		Controfosso Dx Albegna			Albegna
9	At07 Area Edificabile	Albegna		At10	Canale 4
		Controfosso Dx Albegna	19		Controfosso Sx Albegna
10	At07 Area Parco	Albegna			Canale 4
		Albegna	20	At13	Albegna
		Canale 6			Canale 4
11	At08Pv9	Controfosso Sx Albegna	21	Cimitero	Albegna
		Albegna			Canale 4
		Canale 6	22	Centro Agricolo Sinistra Magione	I.3 - Magione
12	At08	Controfosso Sx Albegna	23	Centro Agricolo Destra Magione	I.3 - Magione
			24	Ru02	I.3 - Controfosso dx osa
			25	Ru03	I.3 - Canale 6

TABELLA 2-2: ELENCO DEI CORSI D'ACQUA STUDIATI PER OGNI AREA DI TRASFORMAZIONE

L'ambito di studio qualitativo comprende aree in cui sono assenti corsi d'acqua significativi (fascia costiera), ovvero aree drenate in prevalenza da acque basse e/o di bonifica, ancorché ricomprese nelle aree storicamente allagate (ante 1966) o aree perimetrate P.I.M.E. ai sensi dell'art. 8 delle Norme di Piano di Bacino nel Piano Strutturale, non oggetto di indagine analitica.

2.3 Definizione del Quadro Conoscitivo

2.3.1 Raccolta ed analisi dei dati disponibili

La base dati necessaria per lo svolgimento delle elaborazioni previste è stata acquisita dai vari enti territoriali. In particolare sono stati acquisiti:

1. Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10000 e 1:2000;
2. Elaborati grafici e testuali del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone;
3. Elaborati grafici e relativi strati informativi numerici del Piano Strutturale del Comune di Orbetello;
4. Rilievi, studi e progetti sui canali consortili svolti dal Consorzio di Bonifica Osa-Albegna;
5. Rilievi topografici a supporto dello studio "Analisi della pericolosità idraulica indotta dal Collettore Occidentale sulle aree poste in località Poderino nel Comune di Orbetello" redatto dall'Ing. Valentina Lanini;

6. Rilievi topografici e indagini idrologiche idrauliche a supporto del "Progetto per gli interventi di messa in sicurezza idraulica sul Fiume Albegna" redatto dallo studio tecnico associato Hydrogeo – Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio;
7. Rilievi topografici e indagini idrologiche idrauliche a supporto del "Progetto degli interventi di messa in sicurezza idraulica sul torrente Osa nel Comune di Orbetello" redatto dallo studio tecnico associato Hydrogeo – Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio.

Al fine di individuare i parametri fisici necessari alla corretta definizione della modellistica idraulica e per l'individuazione planimetrica delle sezioni longitudinali oggetto di rilievo, si è proceduto inoltre a sopralluoghi in situ.

2.3.2 Caratterizzazione topografica del corso d'acqua

Nel Febbraio 2010 è stato eseguito dallo scrivente un rilievo topografico riguardante i corsi d'acqua riportati nella seguente Tabella.

Corso d'acqua	tratto/ n° sezioni
Collettore Occidentale	E' stata rilevata la sponda destra del corso d'acqua in prossimità dell'area di trasformazione At02 per valutare nel dettaglio il limite fisico delle aree allagate
Fosso della Bufalareccia	E' stata rilevata una sezione territoriale fra l'alveo del Fosso della Bufalareccia e l'area di trasformazione At05
Fosso Giuncaie	Sono state rilevate n° 7 sezioni fluviali e n° 1 attraversamenti dalla sez. 00029__10 alla 00015__10
Controfossa sinistra Albegna	Sono state rilevate n° 9 sezioni fluviali e n° 3 attraversamenti dalla sez. 00476__10 alla 00555PB10
Torrente Magione Radicata	Sono state rilevate n° 6 sezioni fluviali e n° 1 attraversamenti dalla sez. 00078__10 alla 00021__10
Canale Principale n° 6	Sono state rilevate n° 25 sezioni fluviali e n° 5 attraversamenti dalla sez. 00022PC10 alla 00216__10

TABELLA 2-3: RILIEVI TOPOGRAFICI EFFETTUATI A SUPPORTO DELLE INDAGINI ANALITICHE

Sono state rilevate le principali strutture antropiche presenti nell'area e, in particolare: la viabilità principale, gli attraversamenti ed i manufatti di contenimento presenti lungo ogni corso d'acqua oggetto di studio.

Ad integrazione dei rilievi condotti sui corsi d'acqua, in corrispondenza di alcune aree oggetto di trasformazione (At 8, At 9 e At 17) è stato inoltre ricostruito un piano quotato di dettaglio, integrato e confrontato con i dati numerici riportati nella Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:2000, al fine di caratterizzare i terreni potenzialmente soggetti a fenomeni esondativi.

2.3.3 Caratterizzazione delle aree potenzialmente allagabili

Per la definizione delle aree di potenziale esondazione sono stati eseguiti sopralluoghi al fine di verificare le informazioni ricavate sulla CTR 1:10.000 e 1:2.000.

Fatto salvo il caso in cui tali aree siano di ampiezza confrontabile con quella dell'alveo attivo e non protette da strutture idrauliche di contenimento (situazione che permette di assumere in ogni istante come quota d'inondazione quella idrometrica in alveo), il problema è quello di simulare la potenziale esondazione in aree arginate o di ampiezza maggiore.

Nel modello quasi-bidimensionale a celle interconnesse, adottato nello studio analitico in condizioni di moto vario, si assume che il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella avvenga in modo istantaneo, cioè non viene messo in conto il tempo reale di propagazione sul terreno dei volumi esondati.

Quest'ultimo è peraltro di difficile stima, soprattutto in caso di aree fortemente antropizzate, ove la presenza di strutture ed infrastrutture condiziona la velocità e le direzioni lungo le quali l'allagamento si propaga.

L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree complessivamente soggette ad esondazione. Infatti, il riempimento di ciascuna cella è regolato dalle caratteristiche degli sfioratori di collegamento tra le celle, che, in funzione della quota e della lunghezza, influenzano la velocità di riempimento della cella successiva. Sono comunque trascurati gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte d'inondazione.

La simulazione del fenomeno esondativo si basa inoltre sulle seguenti ipotesi.

- I volumi idrici d'inondazione si generano esclusivamente per tracimazione sulle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito diversi da quelli già considerati nel presente studio; anche gli elementi infrastrutturali delimitanti le aree di potenziale inondazione, quali rilevati stradali, ferroviari, ecc., si considerano, al pari degli argini fluviali, tracimabili senza collasso.
- Le aree suscettibili d'inondazione sono preventivamente delimitabili sulla base delle caratteristiche morfologiche e infrastrutturali del territorio. Si definiscono in tal modo le aree potenzialmente inondabili.
- L'identificazione delle aree potenzialmente inondabili, suddivise in celle elementari, si basa sull'analisi delle sezioni fluviali, della cartografia 1:2.000 e 1:10.000 e soprattutto sui sopralluoghi atti all'individuazione di caratteristiche locali non individuabili dalla carta.
- Il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella in cui sono suddivise le aree potenzialmente inondabili avviene con una legge di riempimento ricavata in base alle caratteristiche morfologiche dell'area. Si trascurano in questo modo gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte d'inondazione.

La propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene pertanto attraverso la sola legge di continuità. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti.

Ad ogni passo temporale l'equazione di continuità impone il bilancio tra i volumi netti transitati attraverso la cella e la variazione di volume locale, sotto le ipotesi che il volume accumulato in ciascuna cella sia univocamente correlato all'altezza idrica nella cella stessa e che le portate scambiate siano funzione dei livelli a monte e a valle delle connessioni idrauliche.

Il trasferimento dei volumi d'esondazione, sia dall'alveo alle celle d'accumulo che tra cella e cella, avviene tramite soglie sfioranti assimilabili a stramazzi in parete grossa, con possibilità di funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato, in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzo.

A livello operativo si è proceduto come segue:

Nei tratti ove è prevalente il fenomeno del trasporto, cioè in generale per le aree strettamente adiacenti al corso d'acqua, la rappresentazione delle aree di potenziale esondazione è stata effettuata come estensione della sezione fluviale. Per le restanti aree, la caratterizzazione geometrica è stata condotta secondo i seguenti criteri.

1. Individuazione delle aree di potenziale esondazione dalla sovrapposizione della base cartografica a scala 1:10.000 o 1:2.000 sulle aree storicamente allagate.
2. Caratterizzazione morfologica delle aree di potenziale esondazione: in tale fase si è proceduto alla definizione delle caratteristiche plano-altimetriche delle aree di potenziale esondazione attraverso il DTM a maglia 10x10 m, con l'obiettivo di ricavare la legge di riempimento volumi-quote d'inondazione $V=V(H)$.

3. Definizione delle connessioni idrauliche: sulla base di quanto ottenuto nelle fasi precedenti e dell'analisi dettagliata delle caratteristiche morfologiche, infrastrutturali e idrauliche del territorio sono state definite le connessioni idrauliche tra l'alveo principale e le celle di potenziale esondazione, e tra celle e celle.
4. La quota di sfioro per le connessioni alveo/cella è definita come la quota di sommità dell'argine ricavata dalle sezioni. Per gli sfioratori cella/cella è identificata attraverso la definizione del profilo di contenimento fra le celle.

La larghezza del fronte di sfioro per gli sfioratori d'alveo è stata fissata sulla base delle attuali conoscenze dei fenomeni esondativi, in funzione della densità spaziale delle sezioni fluviali nonché della loro estensione.

Per gli sfioratori cella/cella, la lunghezza della soglia è stata fissata pari alla lunghezza del tratto di contatto, salvo casi particolari rappresentati da sottopassi, tombinature e zone ristrette in cui viene assunta la larghezza effettiva della luce.

Per ciascun corso d'acqua studiato analiticamente, di cui alla Tabella 2.1, è riportata una planimetria e rilievo contenente il modello idraulico in cui sono rappresentate le aree di potenziale esondazione e lo schema delle interconnessioni utilizzate nella costruzione della modellistica idraulica.

2.3.4 Coefficienti di scabrezza

Per la stima dei coefficienti di scabrezza secondo Manning, da attribuire ad ogni sezione fluviale, si è fatto riferimento ai parametri riportati in letteratura [e.g. Chow V.T., Open Channel Hydraulics, McGraw Hill, New York, 1959], in base allo stato vegetazionale dell'alveo e al tipo di sezione riscontrata durante i rilievi topografici ed i sopralluoghi conoscitivi.

2.4 Analisi Normativa

2.4.1 Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone

Nelle Norme Tecniche del Bacino Regionale Ombrone sono definite le seguenti classi di pericolosità:

- **aree pericolosità idraulica molto elevata (P.I.M.E.):** aree individuate e perimetrate ai sensi degli atti di indirizzo e coordinamento emanati a seguito della Legge 183/89 e del D.L. 180/1998;
- **aree pericolosità idraulica elevata (P.I.E.):** aree individuate e perimetrate ai sensi degli atti di indirizzo e coordinamento emanati a seguito della Legge 183/89 e del D.L. 180/1998.

Le salvaguardie previste negli ambiti a pericolosità idraulica elevata (P.I.M.E.) e moderata (P.I.E.) sono quelle previste rispettivamente agli artt. 5 e 6 delle NTA, di cui si riporta di seguito uno stralcio.

Art. 5 Aree a pericolosità idraulica molto elevata (P.I.M.E.)

1. *Nelle aree P.I.M.E. sono consentiti interventi idraulici atti a ridurre il rischio idraulico, autorizzati dalla autorità idraulica competente, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle, da non pregiudicare l'attuazione della sistemazione idraulica definitiva e tenuto conto del presente Piano di Assetto Idrogeologico. I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area. Sono altresì consentiti gli interventi di recupero, valorizzazione e mantenimento della funzionalità idrogeologica, anche con riferimento al riequilibrio degli ecosistemi fluviali.*

2. *Tali aree potranno essere oggetto di atti di pianificazione territoriali per previsioni edificatorie non diversamente localizzabili, subordinando l'attuazione delle stesse alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi idrologici e idraulici, tenendo anche conto del reticolo di acque superficiali di riferimento del presente P.A.I., non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Le aree che risulteranno interessate da fenomeni di inondazioni per eventi con tempi di ritorno non superiori a 20 anni, non potranno essere oggetto di previsioni edificatorie, salvo che per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili con le condizioni di cui al successivo comma 11 lettera c.*

3. *Gli studi di cui al comma 2 devono attenersi ai criteri definiti dal Bacino, il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli obiettivi e gli indirizzi del PAI e dei propri atti di pianificazione e, ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.*

4. *Nelle aree P.I.M.E. il Bacino si esprime sugli atti di pianificazione di cui alla L.R. 5/95 in relazione alla coerenza degli stessi rispetto al presente Piano, nonché alla coerenza con il complesso degli strumenti di pianificazione di bacino delle valutazioni sugli effetti ambientali riferiti alle risorse acqua e suolo. I pareri di cui sopra si intendono espressi in senso favorevole decorsi 90 giorni dalla presentazione della relativa istanza istruttoria in assenza di determinazioni o di comunicazioni da parte del Bacino.*

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. Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi idrologici e idraulici, tenendo anche conto del reticolo di acque superficiali di riferimento del presente P.A.I., non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. I progetti preliminari degli interventi strutturali di messa in sicurezza sono sottoposti al parere del Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area. 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.

Della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività).

6. In merito alla contestuale realizzazione degli interventi di messa in sicurezza connessi alla realizzazione di interventi edificatori o infrastrutturali, è necessario che il titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività) contenga la stretta relazione con i relativi interventi di messa in sicurezza evidenziando anche le condizioni che possono pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità dell'intervento.

7. Il soggetto attuatore, pubblico o privato, degli interventi di messa in sicurezza idraulica, è tenuto a trasmettere al Comune e al Bacino dichiarazione a firma di tecnico abilitato, degli effetti conseguiti con la realizzazione degli interventi, ivi compresa la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Quanto sopra costituisce implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

8. Nelle aree P.I.M.E., la realizzazione di edifici e nuovi volumi in singoli lotti nell'ambito di un contesto edificato, nonché il completamento di zone di espansione che risultino già convenzionate, previsti dagli strumenti urbanistici vigenti alla data di entrata in vigore del presente Piano, è consentita, nelle more della messa in sicurezza complessiva, nel rispetto delle seguenti condizioni :

- dimostrazione di assenza o di eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di autosicurezza, compatibilmente con la natura dell'intervento ed il contesto territoriale;
- 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 amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività).

9. Nelle aree a P.I.M.E., le utilizzazioni per finalità ambientali, ricreative e agricole dovranno comunque garantire la sicurezza degli utenti anche attraverso specifici piani di sicurezza.

10. Sul patrimonio edilizio esistente, sono consentiti gli interventi che non comportino aumenti di superficie coperta né di nuovi volumi interrati, fatti salvi volumi tecnici e tettoie senza tamponature laterali. Sono altresì consentiti gli interventi di ampliamento della superficie coperta di fabbricati esistenti nei seguenti casi:

- interventi funzionali alla riduzione della vulnerabilità del fabbricato;
- interventi necessari alla messa a norma di strutture ed impianti in ottemperanza ad obblighi derivanti da norme vigenti in materia igienico sanitaria, di sicurezza sull'ambiente

11. Nelle aree P.I.M.E. sono inoltre consentiti:

a. gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere pubbliche e delle infrastrutture pubbliche, di interesse pubblico e private;

b. gli interventi di ampliamento e di adeguamento delle opere pubbliche e delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali purchè siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e, previo parere del Bacino, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e non concorrano ad aumentare il rischio in altre aree;

c. la realizzazione di nuove opere e infrastrutture pubbliche o di interesse pubbliche non diversamente localizzabili, purché siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica per tempi di ritorno di 200 anni, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e non concorrano ad aumentare il rischio in altre aree. Quanto sopra deve risultare da idonei studi idrologici ed idraulici che dovranno attenersi ai criteri definiti dal Bacino, il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli obiettivi e gli indirizzi del presente Piano e dei propri atti di pianificazione, ed ove positivamente valutati costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano;

d. nelle zone del territorio destinate ad usi agricoli, le opere e gli impianti per usi agricoli, zootecnici ed assimilabili purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e senza aggravio di rischio nelle aree limitrofe, nonché la realizzazione di annessi agricoli risultanti indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata fino ad una dimensione planimetrica massima di 100 mq.;

e. l'installazione di strutture mobili temporanee stagionali per il tempo libero a condizione che sia comunque garantita l'incolumità pubblica, fermo restando la necessità di acquisire il parere dell'autorità idraulica competente.

Art. 6 Aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.E)

1. Nelle aree P.I.E. sono consentiti interventi idraulici atti a ridurre il rischio idraulico, autorizzati dalla autorità idraulica competente, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle, da non pregiudicare l'attuazione della sistemazione idraulica definitiva e tenuto conto del presente Piano di Assetto Idrogeologico. I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area. Sono altresì consentiti gli interventi di recupero, valorizzazione e mantenimento della funzionalità idrogeologica, anche con riferimento al riequilibrio degli ecosistemi fluviali.

2. Tali aree potranno essere oggetto di atti di pianificazione territoriali per previsioni edificatorie non diversamente localizzabili, subordinando l'attuazione delle stesse alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi idrologici e idraulici, tenendo anche conto del reticolo di acque superficiali di riferimento del presente P.A.I., non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle.

3. Gli studi di cui al comma 2 devono attenersi ai criteri definiti dal Bacino, il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli obiettivi e gli indirizzi del PAI e dei propri atti di pianificazione e, ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

4. Nelle aree P.I.E. il Bacino si esprime sugli atti di pianificazione di cui alla L.R. 5/95 in relazione alla coerenza degli stessi rispetto al presente Piano, nonché alla coerenza con il complesso degli strumenti di pianificazione di bacino delle valutazioni sugli effetti ambientali riferiti alle risorse acqua e suolo. I pareri di cui sopra si intendono espressi in senso favorevole decorsi 90 giorni dalla presentazione della relativa istanza istruttoria in assenza di determinazioni o di comunicazioni da parte del Bacino.

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. Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi idrologici e idraulici, tenendo anche conto del reticolo di acque superficiali di riferimento del presente P.A.I., non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle.

I progetti preliminari degli interventi strutturali di messa in sicurezza sono sottoposti al parere del Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area. 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.*

Della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività).

6. In merito alla contestuale realizzazione degli interventi di messa in sicurezza connessi alla realizzazione di interventi edificatori o infrastrutturali, è necessario che il titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività) contenga la stretta relazione con i relativi interventi di messa in sicurezza evidenziando anche le condizioni che possono pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità dell'intervento.

7. Il soggetto attuatore, pubblico o privato, degli interventi di messa in sicurezza idraulica, è tenuto a trasmettere al Comune e al Bacino dichiarazione a firma di tecnico abilitato, degli effetti conseguiti con la realizzazione degli interventi, ivi compresa la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Quanto sopra costituisce implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

8. Nelle aree P.I.E., la realizzazione di edifici e nuovi volumi in singoli lotti nell'ambito di un contesto edificato, nonché il completamento di zone di espansione che risultino già convenzionate, previsti dagli strumenti urbanistici vigenti alla data di entrata in vigore del presente Piano, è consentita, nelle more della messa in sicurezza complessiva, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazione di assenza o di eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di autosicurezza compatibilmente con la natura dell'intervento ed il contesto territoriale;
- 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 amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia (concessione, autorizzazione, dichiarazione di inizio attività).

9. Nelle aree a P.I.E., le utilizzazioni per finalità ambientali, ricreative e agricole dovranno comunque garantire la sicurezza degli utenti anche attraverso di specifici piani di sicurezza.

10. Nelle aree P.I.E. sono consentiti, oltre agli interventi di cui ai commi 10 e 11 dell'art. 5:

a) gli interventi sul patrimonio edilizio esistente che possono pervenire ad un riassetto complessivo degli organismi edilizi esistenti e degli spazi urbani ad essi appartenenti, alle seguenti condizioni:

- dimostrazione di assenza o di eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di autosicurezza;
- dimostrazione che l'intervento non determina aumento delle pericolosità a monte e a valle.

b) le opere che non siano qualificabili come volumi edilizi, purché realizzati con criteri di sicurezza idraulica e senza aumento di rischio in altre aree.

11. I Comuni possono promuovere piani finalizzati alla rilocalizzazione delle funzioni non compatibili con le condizioni di pericolosità esistenti.

Per le aree non perimetrate dal PAI vale la seguente norma 8:

Art. 8 Aree non perimetrate

Al fine della prevenzione del rischio idraulico, al di fuori delle aree di cui ai precedenti articoli 5 e 6, sono definite aree P.I.M.E. 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 definite aree P.I.E. 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.

Qualora, sulla base degli studi effettuati, risultino condizioni di pericolosità molto elevata o elevata, i Comuni adottano un provvedimento relativo alla perimetrazione delle aree interessate per le quali si applicano rispettivamente le norme di cui agli artt. 5 e 6.

2.4.2 Il Regio Decreto n.523 del 1904

Il Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie, approvato con R.D. n°523/1904, impone una serie di vincoli di carattere idraulico.

Ai sensi dell'art. 57 del succitato R.D. "i progetti per modificazione di argini e per costruzione e modificazione di altre opere di qualsiasi genere, che possano direttamente o indirettamente influire sul regime dei corsi d'acqua, quantunque di interesse puramente consorziale o privato, non potranno eseguirsi senza la

previa omologazione del prefetto". Tale prerogativa è oggi delle Province e degli URTT, ai sensi della L.R. 91/98, secondo quanto ribadito nella Circolare interpretativa approvata con D.G. 822/2001.

Ai sensi dell'art. 93 *"nessuno può fare opere nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniale, cioè nello spazio compreso fra le sponde fisse dei medesimi, senza il permesso dell'autorità amministrativa. Formano parte degli alvei i rami o canali, o diversivi dei fiumi, torrenti, rivi e scolatoi pubblici, ancorché in alcuni tempi dell'anno rimangono asciutti."*

Ai sensi e per gli effetti dell'art.95 *"il diritto dei proprietari frontisti di munire le loro sponde nei casi previsti dall'art. 58, è subordinato alla condizione che le opere o le piantagioni non arrechino né alterazione al corso ordinario delle acque, né impedimento alla sua libertà, né danno alle proprietà altrui, pubbliche o private, alla navigazione, alle derivazioni ed agli opifici legittimamente stabiliti, ed in generale ai diritti dei terzi."*

L'art. 96 vieta in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese *"le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi"*.

Pertanto, nella fascia compresa all'interno dei 10 metri, misurati a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda, non è possibile procedere ad alcun tipo di edificazione.

2.4.3 Strumenti per il Governo del Territorio

2.4.4 Legge Regionale n. 1/2005 e DPGR n. 26/R

Con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R è stato emanato il Regolamento di Attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il Governo del Territorio) in materia di indagini geologiche.

I Comuni, in sede di formazione del piano strutturale e degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, devono effettuare indagini geologico-tecniche di supporto, verificando la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, in attuazione del Piano di Indirizzo Territoriale, dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali e nel rispetto dei Piani di Bacino che costituiscono riferimento essenziale, al fine di accertare i limiti ed i vincoli che possono derivare dalle situazioni di pericolosità riscontrate e di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione. Le direttive tecniche da seguire sono contenute nell'ALLEGATO A del Regolamento.

Al paragrafo 2.1.C.2 di tale Allegato vengono definite le seguenti aree a pericolosità idraulica:

- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ 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.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ 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 idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
 - b) sono morfologicamente in condizione 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 media (I.2):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ 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 idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:
 - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
 - **Pericolosità idraulica bassa (I.1):** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Il Regolamento Urbanistico, nel disciplinare l'attività urbanistica ed edilizia del territorio comunale, definisce le condizioni per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti strategici definiti nel Piano Strutturale, traducendo altresì in regole operative anche le prescrizioni dettate dai Piani di Bacino.

Le condizioni di attuazione sono riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fattibilità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che andranno definite sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione.

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

- **Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- **Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- **Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- **Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

In relazione agli aspetti idraulici, i criteri generali di fattibilità sono indicati al paragrafo 3.2.2 dell'Allegato A e riportati di seguito.

*“Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata ed elevata** 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:

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;

- 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 Tr 200 per il patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e per tutte le funzioni connesse.

*Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica media** per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.*

*Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica bassa** non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.”*

2.4.5 Il Piano Strutturale del Comune di Orbetello

Il Piano Strutturale del Comune di Orbetello, approvato nella seduta del 19 Marzo 2007 con Del. C.C. n. 16, definisce la pericolosità idraulica del territorio comunale seguendo i criteri proposti dall'art.80 del P.I.T. approvato con delibera n°12 del 25/01/2000, valutando la pericolosità sulla base degli eventi storici e delle caratteristiche morfologiche del territorio.

Sulla base di tali criteri, inserisce in classe di pericolosità idraulica elevata (classe 4) le aree di fondovalle morfologicamente depresse e già interessate da episodi alluvionali; in classe di pericolosità idraulica media (classe 3) i fondovalle per i quali si presenta almeno una delle due condizioni succitate (basso morfologico o per cui si hanno notizie storiche di esondazioni) ed in classe di pericolosità idraulica bassa (classe 2) i tratti di fondovalle per cui non si hanno notizie storiche di esondazioni e che si trovano nelle condizioni di alto

morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente. Alle zone collinari, infine, è stata attribuita classe di pericolosità idraulica irrilevante (classe 1).

In materia di pericolosità idraulica, il Piano Strutturale ha inoltre recepito le perimetrazioni redatte dall'Autorità di Bacino Regionale dell'Ombrone, nonché le disposizioni riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione del PAI.

Nella Disciplina del Piano Strutturale al Titolo IV, Capo III "Salvaguardie", l'art. 25 prevede che il P.A.I. – Piano di Assetto Idrogeologico - e relative NTA (approvazione con D.C.R. 12 del 25.01.2005) sono immediatamente vigenti (aree P.F.M.E. e P.I.M.E).

Fino all'approvazione del Regolamento Urbanistico, a tutte le aree emerse dagli studi geologico-idraulici a pericolosità geologica e/o idraulica 4 si applica la norma del PAI per le aree P.F.M.E. e P.I.M.E..

3 Analisi della pericolosità idraulica

3.1 Ambiti di pericolosità idraulica

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:
 - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) 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:
 - 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.
- **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:
 - 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.

– *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:
 - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) 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:
 - 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.
- **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:
 - 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.

3.2 Pericolosità idraulica analitica

3.2.1 Analisi idrologica ed idraulica analitica

In Allegato 1 - Modellistica idrologica-idraulica è riportata la teoria alla base delle modellazioni idrologiche ed idrauliche implementate su base analitica. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa in cui è descritta, per ogni corso d'acqua oggetto di indagine, il relativo modello dell'infiltrazione, di formazione dell'onda di piena e di propagazione.

Corso d'acqua	Modellazione idrologica		Modellazione Idraulica
	Modello dell'infiltrazione	Trasformazione afflussi-deflussi	
Collettore Occidentale	Metodo dell'Infiltrazione a Soglia	Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto vario
Fosso Giuncaie	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto permanente
Controfossa destra T. Osa	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto vario
Torrente Osa	Metodo dell'Infiltrazione a Soglia	Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto vario
Controfossa sinistra T. Osa	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto permanente
Controfossa destra Albegna	Metodo dell'Infiltrazione a Soglia	Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto vario
Albegna	Metodo dell'Infiltrazione a Soglia	Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto permanente
Controfossa sinistra Albegna	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto vario
Torrente Magione Radicata	Metodo dell'Infiltrazione a Soglia	Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto vario
Canale Principale n° 6	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto vario
Canale Principale n° 4	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione e Nash GIUH con gerarchizzazione dei parametri n e k	Moto vario
Canale Principale n° 5	Metodo del "Curve Number"	Metodo della corrivazione	Moto uniforme

TABELLA 3-1: MODELLAZIONI IDROLOGICHE ED IDRAULICHE

Per il calcolo degli idrogrammi di piena con preassegnati tempi di ritorno (20, 30, 200 e 500 anni) mediante il metodo del GIUH, è stato gerarchizzato il reticolo idrografico secondo il criterio di Horton-Strahler al fine di ricavare i parametri n e k dell'idrogramma istantaneo unitario geomorfologico. I parametri I_a e K_s , intercettazione iniziale e coefficiente di infiltrazione, sono quelli regionalizzati in funzione dell'uso del suolo e dalla geologia dei bacini (modello ALTO).

Per il calcolo degli idrogrammi di piena con il metodo della corrivazione si è fatto riferimento al tempo di corrivazione stimato secondo la formula di Giandotti di seguito riportata.

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}} \quad [h]$$

in cui

S è la superficie del bacino idrografico [km^2];

L è la lunghezza dell'asta fluviale principale [km];

H è il dislivello medio rispetto alla sezione di chiusura [m].

Le perdite sono state stimate con il metodo del "Curve Number". Definite le condizioni al contorno per i tronchi fluviali oggetto di indagine e gli input idrologici, è stata implementata una modellistica idraulica per assegnate durate e tempi di ritorno.

Quale ipotesi cautelativa è stato ipotizzato che tutta la portata idrologica transiti in alveo fino alla sezione posta in testa al modello idraulico, senza valutare eventuali esondazioni a monte dei tratti analizzati.

3.2.1.1 Analisi dei Risultati

In Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica sono riportati i risultati delle simulazioni idrologiche ed idrauliche svolte per ogni corso d'acqua, per preassegnati tempi di ritorno (20, 30, 200, 500 anni) e durate di pioggia. In particolare per ogni corso d'acqua è riportata:

- analisi idrologica con parametri geomorfici del bacino e/o interbacini e relativi idrogrammi di piena;
- curve d'invaso delle aree di potenziale esondazione;
- risultati della modellistica idraulica.

Si riportano nella seguente tabella le principali previsioni del Ru adottato in cui si riportano: i corsi d'acqua studiati, i livelli di pericolosità idraulica riscontrati e l'indicazione della pericolosità prevalente.

<i>Progressivo</i>	<i>Area Trasformazione</i>	<i>Pericolosità Idraulica/Corso d'acqua</i>	<i>Pericolosità Massima</i>
1	At02	I.1 - Collettore Occidentale	I.1
2	At06 Stato Naturale	I.2 - Torrente Osa	I.3
		I.3/I.2/I.1 - Controfossa Dx T. Osa	
		I.1 - Fosso Giuncaie	
3	At06 Area Edificabile	I.2/I.1 - Torrente Osa	I.2
		I.2/I.1 - Controfossa Dx T. Osa	
		I.1 - Fosso Giuncaie	
4	At05 Verde rispetto	I.1 - Fosso della Bufalareccia	I.1
5	At05 Area Edificabile	I.1 - Fosso della Bufalareccia	I.1
6	At15 Area Edificabile	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
7	At15 Parcheggi	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
8	At15 Verde Pubblico	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
9	At07 Area Edificabile	I.3 - Controfossa Dx F. Albegna	I.3
		I.1 - Fiume Albegna	
10	At07 Area Parco	I.3 - Controfossa Dx F. Albegna	I.3
		I.1 - Fiume Albegna	
11	At08Pv9	I.2 - Fiume Albegna	I.3
		I.3/I.2 - Canale 6	
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
12	At08	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
13	At11	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
14	At12	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
15	At17	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
16	At09	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	
17	At18 Valle Maremmana	I.3/I.2 - Canale 6	I.3
		I.2 - Fiume Albegna	
		I.1 - Canale 4	
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna	

18	<i>At18 Monte Maremmana</i>	I.3 - Canale 6	I.3
		I.2 - Fiume Albegna	
		I.3 - Canale 4	
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
19	<i>At10</i>	I.3 - Canale 6	I.3
		I.2 - Fiume Albegna	
		I.3/I.2 - Canale 4	
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
20	<i>At13</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.4
		I.4/I.3/I.2 - Canale 4	
21	<i>Cimitero</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.4
		I.4/I.3/I.2 - Canale 4	
22	<i>Centro Agricolo Sinistra Magione</i>	I.3 - Torrente Magione Radicata	I.3
23	<i>Centro Agricolo Destra Magione</i>	I.3 - Torrente Magione Radicata	I.3
24	<i>Ru02</i>	I.3 - Controfosso Dx T. Osa	I.3
25	<i>Ru03</i>	I.3 - Canale 6	I.3

TABELLA 3-2: PERICOLOSITÀ ANALITICA NELLE AREE OGGETTO DI PREVISIONE URBANISTICA DEL RU ADOTTATO

A seguito delle osservazioni degli Enti sono state stralciate alcune delle previsioni suddette per cui le previsioni confermate

Progressivo	Area Trasformazione	Pericolosità Idraulica/Corso d'acqua	Pericolosità Massima
1	<i>At05 Verde rispetto</i>	I.1 - Fosso della Bufalareccia	I.1
2	<i>At05 Area Edificabile</i>	I.1 - Fosso della Bufalareccia	I.1
3	<i>At15 Area Edificabile</i>	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
4	<i>At15 Parcheggi</i>	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
5	<i>At15 Verde Pubblico</i>	I.2 - Torrente Magione Radicata	I.2
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
		I.1 - Fiume Albegna	
6	<i>At08Pv9</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.3
		I.3/I.2 - Canale 6	
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
7	<i>At08</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
8	<i>At11</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
9	<i>At12</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
10	<i>At17</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
11	<i>At09</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.2
		I.1 - Canale 6	
		I.1 - Controfosso Sx F. Albegna	
12	<i>At13</i>	I.2 - Fiume Albegna	I.4
		I.4/I.3/I.2 - Canale 4	
		I.2 - Fiume Albegna	
13	<i>Cimitero</i>	I.4/I.3/I.2 - Canale 4	I.4
		I.2 - Fiume Albegna	
14	<i>Centro Agricolo Sinistra Magione</i>	I.3 - Torrente Magione Radicata	I.3
15	<i>Centro Agricolo Destra Magione</i>	I.3 - Torrente Magione Radicata	I.3
16	<i>At49</i>	I.2 - Canale della Tagliata	I.2
17	<i>D5.4</i>	I.3 - controfosso dx	I.3
18	<i>D5.5</i>	I.3 - controfosso sx	I.3

TABELLA 3-3: PERICOLOSITÀ ANALITICA AREE OGGETTO DI PREVISIONE URBANISTICA DEL RU A SEGUITO DI OSSERVAZIONI

3.3 Pericolosità idraulica qualitativa e geometrica

Nelle aree non perimetrate analiticamente è stata confermata la pericolosità idraulica definita nello studio geologico-tecnico a corredo del Piano Strutturale, fatte eccezione per le aree perimetrate 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, la pericolosità idraulica è denominata *qualitativa* e 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. Si riporta di seguito l'analisi idrologica ed idraulica semplificata, condotta su aree drenate in prevalenza da canali di acque basse e/o di bonifica ovvero su aree non attraversate da corsi d'acqua significativi in base al reticolo di interesse PAI (es. fasce litoranee).

3.3.1 Analisi idrologica idraulica qualitativa

In assenza di una rete di drenaggio significativa, il massimo deflusso atteso per l'evento di pioggia duecentennale è pari all'afflusso meteorico di durata critica t e $Tr= 200$ anni, stimato mediante la curva di possibilità pluviometrica. In sostanza si ipotizza che nelle aree oggetto di studio qualitativo, il massimo battente idraulico sia pari all'altezza di pioggia caduta per la durata ed il tempo di ritorno considerati, in assenza di perdite idrologiche.

L'espressione della cpp è la seguente:

$$h = at^n Tr^m$$

dove:

h = altezza di pioggia [mm]

t = durata della precipitazione [h] ipotizzata pari a 6h

T_R = tempo di ritorno [anni]

a, n, m = parametri della curva di possibilità climatica.

La curva di possibilità pluviometrica utilizzata in questo studio è quella relativa alla stazione pluviografica di San Donato n.3100, che risulta essere la stazione monitorata più rappresentativa per l'area d'indagine.

Stazione pluviometrica San Donato [3100]	
<i>Parametri della curva di possibilità pluviometrica $t > 1$ ora</i>	
<i>a</i>	25.389
<i>n</i>	0.305
<i>m</i>	0.217

TABELLA 3-4: PARAMETRI CPP

L'altezza massima attesa per l'evento di pioggia duecentennale è dunque:

$$h \cong 15cm$$

3.4 Mappatura delle aree esondabili

Sulla base delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici analitici sono state perimetrare le aree allagabili su base analitica per assegnati tempi di ritorno (TR=20,30,200 e 500 anni) e durate, secondo i criteri fissati dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R e le classi di pericolosità descritte nel paragrafo 3.1.

I limiti di tali aree sono stati ricostruiti sulla base della morfologia dei terreni e dei massimi livelli idrometrici risultanti nelle sezioni fluviali e nelle aree di potenziale esondazione. Con la costruzione di un modello digitale del terreno, ottenuto a partire dalle informazioni plano-altimetriche fornite dal rilievo topografico e dalla cartografia in scala 1:2000 e 1:10.000 è stato possibile ricostruire i percorsi di flusso preferenziali delle acque di esondazione non contenibili in alveo.

Nelle aree che non sono state studiate analiticamente è stata proposta una pericolosità idraulica qualitativa e geometrica riprendono le classi di pericolosità definite nello studio geologico-tecnico a corredo del Piano Strutturale e mediante studio idrologico-idraulico qualitativo.

Il quadro conoscitivo delle aree allagabili su tutto il territorio comunale è riportata in Tavola 49 a-f *Carta del quadro conoscitivo delle aree esondabili*, a scala 1:10.000.

3.5 Mappatura aree a pericolosità idraulica in conformità al PAI del Bacino Regionale Ombrone

Sulla base delle aree allagate individuate mediante studi idrologici ed idraulici analitici, geometrici e qualitativi sono state definite le aree a pericolosità elevata (P.I.E.) e molto elevata (P.I.M.E.) e rappresentate in Tavola 50 a-f *Carta delle pericolosità idrauliche*, a scala 1:10.000.

Sulla base delle indagini compiute è stata confermata un'area P.I.M.E. sul Fiume Albegna in attesa della certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo dell'adeguamento delle opere idrauliche sul corso d'acqua.

4 Condizioni di fattibilità idraulica delle previsioni urbanistiche

Il Regolamento 26/R non consente nuove previsioni in zone che risultino soggette ad inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni. Esternamente al limite delle esondazioni ventennali, risultano invece ammessi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, purché sia dimostrabile il rispetto delle condizioni di sicurezza o sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Pertanto, per poter dare seguito alla pianificazione in aree a pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, occorre imporre delle condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico ed individuare gli interventi atti a garantire la messa in sicurezza idraulica delle nuove previsioni sullo scenario con $T_R=200$ anni.

Sono riportati in appendice alla presente relazione per ogni area di trasformazione le condizioni di fattibilità idraulica.

La realizzazione di tali interventi di messa in sicurezza idraulica dovrà avvenire in maniera preventiva o contestuale alla realizzazione degli interventi urbanistici. Gli interventi di messa in sicurezza non dovranno aumentare il livello di rischio in altre aree, con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena di valle.

Per l'attuazione delle previsioni del RU sono stati individuati interventi di messa in sicurezza sul Canale n° 6 (Tavole 51A e 51B) e sulle Controfosse dx e sx dell'Osa (Tavola 52). Sono stati inoltre individuati, sulla base del quadro conoscitivo esistente, gli interventi di messa in sicurezza ovvero di mitigazione del rischio idraulico nel territorio del Comune di Orbetello e riportati in appendice alla presente relazione.

Esternamente alle aree allagabili per $T_R=200$ anni, invece, non sono imposte condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Alcune previsioni urbaniste risultano ricomprese in aree allagabili per $T_R \leq 200$ anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica.

Nel tessuto insediativo esistente la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite sistemi di auto sicurezza nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazione dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone ed i beni;
- dimostrazione che gli interventi non determinano aumento della pericolosità in altre aree.

La quota di messa in sicurezza dell'area oggetto di trasformazione dovrà essere tale da garantire un franco di sicurezza idraulico sullo scenario duecentennale di almeno 50 cm.

Le previsioni ricadenti in aree drenate da reticolo secondario ovvero interessate da esondazioni e/o fenomeni di ristagno su base storico-inventariale e in assenza di un reticolo di riferimento PAI, per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi con $T_R \leq 200$ anni (I.4a e I.3a) mediante studi idrologici e idraulici qualitativi, possono essere attuate a condizione che ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) sia dimostrabile il rispetto delle condizioni di sicurezza o sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi di piena con tempi di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici analitici;
- b) sia previsto il rialzamento dei nuovi fabbricati di almeno 50 cm rispetto alla quota media del terreno riferita ad un congruo intorno della previsione.

Il rialzamento di 50 cm è tale da garantire un adeguato franco di sicurezza idraulico sullo scenario duecentennale, essendo il battente atteso di 15 cm.

Gli interventi di messa in sicurezza così definiti non devono aumentare il livello di rischio nelle aree contermini, con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle.

Della sussistenza delle condizioni di messa in sicurezza idraulica deve essere dato atto anche nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia. 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 agibilità.

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argina ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

Si riporta in appendice la tabella riepilogativa con le condizioni di fattibilità per le previsioni urbanistiche ricomprese in aree allagabili per $T_R \leq 200$ anni. Per ogni area di trasformazione sono indicati i corsi d'acqua che concorrono alla definizione della pericolosità e gli interventi di messa in sicurezza locale e strutturali.

Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza locale è stato ricostruito un modello digitale del terreno per ogni area di trasformazione, sulla base dei rilievi topografici e delle informazioni a scala 1:2.000 o 1:10.000. Tale analisi ha consentito di stimare i volumi sottratti dalle nuove previsioni urbanistiche alla libera espansione delle acque, in funzione del battente atteso per l'evento duecentennale ricavato dalla modellistica idrologica ed idraulica su base analitica.

APPENDICE

Progressivo	Area Trasformazione	Pericolosità Idraulica/Corso d'acqua	Intervento di messa in sicurezza	Note
1	At05 Verde rispetto	I.1 - Fosso della Bufalareccia	Nessun intervento	
2	At05 Area Edificabile	I.1 - Fosso della Bufalareccia	Nessun intervento	
3	At15 Area Edificabile	I.2 - Torrente Magione Radicata	Nessun intervento	
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
4	At15 Parcheggi	I.1 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.2 - Torrente Magione Radicata		
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
5	At15 Verde Pubblico	I.1 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.2 - Torrente Magione Radicata		
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
6	At08Pv9	I.1 - Fiume Albegna	Rialzamento a quota 1.51 m s.l.m. + Franco di sicurezza di 0.50 m e realizzazione contestuale di cassa d'esapnsione sul Canale 6	Per intervento strutturale sul Canale 6 si vedano Tavole 51A e 51B a supporto del RU
		I.3/I.2 - Canale 6		
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
7	At08	I.2 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.1 - Canale 6		
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
8	At11	I.2 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.1 - Canale 6		
9	At12	I.2 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.1 - Canale 6		
10	At17	I.2 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.1 - Canale 6		
11	At09	I.2 - Fiume Albegna	Nessun intervento	
		I.1 - Canale 6		
		I.1 - Controfossa Sx F. Albegna		
12	At13	I.2 - Fiume Albegna	Rialzamento a quota 1.86 m s.l.m. + Franco di sicurezza di 0.50 m	L'intervento di rialzamento è tale da non modificare il livello di pericolosità nelle aree contermini come mostrato nell'elaborato TXT 04 a supporto del RU
		I.4/I.3/I.2 - Canale 4		
13	Cimitero	I.2 - Fiume Albegna	Rialzamento a quota 1.86 m s.l.m. + Franco di sicurezza di 0.50 m	L'intervento di rialzamento è tale da non modificare il livello di pericolosità nelle aree contermini come mostrato nell'elaborato TXT 04 a supporto del RU
		I.4/I.3/I.2 - Canale 4		
14	Centro Agricolo Sx T. Magione	I.3 - Torrente Magione Radicata	Rialzamento a quota 4.98 m s.l.m. + Franco di sicurezza di 0.50 m	L'intervento di rialzamento è tale da non modificare il livello di pericolosità nelle aree contermini come mostrato nell'elaborato TXT 04 a supporto del RU
15	Centro Agricolo Dx T. Magione	I.3 - Torrente Magione Radicata	Rialzamento a quota 5.71 m s.l.m. + Franco di sicurezza di 0.50 m	L'intervento di rialzamento è tale da non modificare il livello di pericolosità nelle aree contermini come mostrato nell'elaborato TXT 04 a supporto del RU
16	At49	I.2 - Canale della Tagliata	Nessun intervento	
17	D5.4	I.3 - controfossa dx	I.3	Per intervento strutturale sulla controfossa dx si veda l'elaborato Tavola 52 a supporto del RU
18	D5.5	I.3 - controfossa sx	I.3	Per intervento strutturale sulla controfossa dx si veda l'elaborato Tavola 52 a supporto del RU

INTERVENTI STRUTTURALI DI MESSA IN SICUREZZA					
Comune	Località	Descrizione Intervento	Ente Attuatore	Importo [€]	Note
Orbetello - Magliano		Realizzazione di cassa di espansione n. 1 con briglia a bocca tarata sul T. Osa. Volume Invaso circa 300.000 mc	Comune Orbetello	2,300,000	Cassa di espansione inserita nel Piano di Bacino a seguito dello studio idrologico idraulico di tutto il Bacino del T. Osa svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello - Magliano	Maremmello	Realizzazione di cassa di espansione n. 2 con briglia a bocca tarata sul T. Osa. Volume Invaso circa 900.000 mc	Comune Orbetello	4,300,000	Cassa di espansione già prevista e comunque inserita nel Piano di Bacino a seguito dello studio idrologico idraulico di tutto il Bacino del T. Osa svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello - Magliano	Maremmello	Realizzazione di cassa di espansione n. 2 modificata con briglia a bocca tarata sul T. Osa. Volume Invaso circa 1.500.000 mc	Comune Orbetello	8,500,000	Cassa di espansione già prevista e comunque inserita nel Piano di Bacino con modifiche alla precedente a seguito dello studio idrologico idraulico di tutto il Bacino del T. Osa svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello - Magliano	Piani dell'Osa	Realizzazione di cassa di espansione NP con briglia a bocca tarata sul T. Osa. Volume Invaso circa 1.400.000 mc	Comune Orbetello	7,000,000	Cassa di espansione inserita nel Piano di Bacino a seguito dello studio idrologico idraulico di tutto il Bacino del T. Osa svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello	Lungo SP dell'Osa	Realizzazione di cassa di espansione n. 3 in derivazione sul T. Osa. Volume Invaso circa 300.000 mc	Comune Orbetello	1,700,000	Cassa di espansione inserita nel Piano di Bacino a seguito dello studio idrologico idraulico di tutto il Bacino del T. Osa svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello	Pressi Albegna e Magione	Intervento di messa in sicurezza del Canale Principale n. 4	Comune Orbetello	4,700,000	Progetto Preliminare svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello	A monte Albinia	Cinta idraulica canale 16, scolmatore canale 4, risezionamento controfossa sx	Comune Orbetello	1,700,000	Analisi di fattibilità per la variante di Albinia svolto dallo studio Hydrogeo
Orbetello	Tizzano	Intervento messa in sicurezza controfossa destra dell'Albegna e Torrente dell'Albegnaccia	Comune Orbetello	1,500,000	Analisi di fattibilità
Orbetello	Albinia	Adeguamento impianto di sollevamento sul Canale n.6 (attualmente costituito da n°2 pompe in grado di sollevare 1.8 mc/s) alla portata TR200 di 9.13 mc/s	Comune Orbetello	Importo stimato in € 1.000.000,00 - Necessita comunque di un progetto preliminare per l'esatta quantificazione	Tale intervento sarebbe risolutivo ma implicherebbe un potenziamento tale dell'impianto di sollevamento, che sarebbe inutilizzato a meno di eventi eccezionali (Tr200), con deperimento degli organi elettromeccanici.
Orbetello	Magione Radicata	Intervento di rialzamento degli argini a monte del Ponte prima dell'immissione nel F. Albegna.	Comune Orbetello	-	Non essendo rilievi disponibili sul Magione per una estensione tale da verificare fin dove vi è necessità di rialzamento argini ad oggi risulta impossibile quantificare economicamente l'intervento
Orbetello	Albinia	Realizzazione di un area di laminazione in dx idraulica del Canale n°6	Comune Orbetello	500,000	Interventi di messa in sicurezza a supporto dell'attuazione del RU - Tavole 51A e 51B
Orbetello	Confluenza Controfosse dx e sx dell' Osa	Realizzazione di argini sulle controfosse sx e dx dell'Osa	Comune Orbetello	200,000	Interventi di messa in sicurezza a supporto dell'attuazione del RU - Tavola 52