



*Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno*

PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLE OPERE PRIORITARIE DA REALIZZARE PER LA RISOLUZIONE DELLE CRITICITÀ LEGATE ALL'USO E ALLA DISPONIBILITÀ DELLA RISORSA IDRICA NELLA PIANA DEL FUCINO – REGIONE ABRUZZO

CIG 4469094D06

CUP F84I10000170002



2.5.1

Mappatura delle aree a rischio

Relazione illustrativa delle attività condotte e delle metodologie utilizzate

Scala

Raggruppamento Temporaneo di Imprese

Il progettista

Il responsabile del progetto

Capogruppo Mandataria

Mandanti



WATER AND NATURAL
RESOURCES
CONSULTANTS



BETA Studio srl

BETA Studio srl

Dott.ssa Marilena SEGATO

Ing. Massimo COCCATO



Via Guido Rossa, 29/A
35020 Ponte S. Nicolò
Padova - Italia
info@betastudio.it
www.betastudio.it
tel +390498961120
fax +390498961090

rev.	motivo	data	redatto	verificato	approvato
1	Aggiornamento	16.04.2014	dott.ssa M. SEGATO	dott.ssa M. SEGATO	ing. M. COCCATO
0	Prima emissione	17.12.2013	dott.ssa M. SEGATO	dott.ssa M. SEGATO	ing. M. COCCATO

cod. el. 0760ST020501

file 0760ST020501_01.docm

Indice

	Pag.
Indice	I
Introduzione	III
1. Area oggetto d'indagine	1
1.1 Inquadramento generale	1
1.2 Aspetti idrologici e idraulici	2
1.3 Aspetti geologici ed idrogeologici	3
2. Riferimenti e definizioni	5
2.1 Definizione della pericolosità idraulica	5
2.2 Definizione del danno potenziale	6
2.3 Definizione del rischio	8
2.4 Numero di abitanti potenzialmente esposti a rischio alluvioni	9
3. Mappatura delle aree a rischio nella Piana del Fucino	11
3.1 Determinazione della pericolosità	11
3.2 Determinazione del danno	13
3.3 Rischio idraulico	13
4. Calcolo del numero di abitanti e dell'edificato esposto a rischio alluvioni	15
5. Mappatura delle aree allagabili per vari istanti di simulazione	17
5.1 Definizione dello scenario di allagamento	17
5.2 Rappresentazione delle aree allagabili	18
5.3 Indicazione della direzione di flusso delle acque di esondazione	18
5.4 Elementi caratteristici dell'intervallo temporale rappresentato	19

Figure

	Pag.
Figura 1.1 – Inquadramento dell'area d'indagine	1
Figura 1.2 – Inquadramento della Piana del Fucino e del reticolo di canali drenanti.	3
Figura 2.1 – Definizione delle categorie di beni esposti a rischio e la relativa classe di danno.	8
Figura 2.2 – Matrice di valutazione del rischio idraulico.	9
Figura 3.1 – Esempio di zonizzazione dell'area allagabile TR 100 per la definizione delle fasce di pertinenza. L'area con il colore più chiaro rappresenta la porzione di piana dove i tiranti idraulici sono inferiori a 10 cm, mentre la porzione con il colore più scuro rappresenta la porzione di piana dove i tiranti sono superiori ad 1 m.	12
Figura 3.2 – Modifica manuale delle aree a diversa pericolosità; nell'immagine di sinistra è rappresentato il risultato dopo l'operazione di smoothing automatico, l'immagine di destra riporta il risultato dopo le correzioni apportate manualmente	12
Figura 3.3 – Eliminazione delle aree allagabili di piccole dimensioni non significativi ai fini della perimetrazione della pericolosità idraulica; nell'immagine di sinistra è rappresentato il risultato prima dell'operazione eliminazione delle aree, l'immagine di destra riporta il risultato dopo l'avvenuta eliminazione	13
Figura 4.1 – Celle censuarie ricadenti in aree a pericolosità idraulica. In verde sono evidenziate le celle per le quali il numero di abitanti è pari a zero, in giallo quelle con presenza di residenti (in evidenza l'area di Borgo Ottomila)	15
Figura 5.1 – Stralcio della carta delle aree allagabili per vari tempi di simulazione.	17
Figura 5.2 – Intensità di pioggia insistente sulla medesima area.	18
Figura 5.3 – Vettori di velocità calcolati dal modello durante la simulazione	19
Figura 5.4 – Variazione dell'estensione dell'area allagata e del livello idrometrico a Casa Incile nel tempo	20

Tabelle

	Pag.
Tabella 2.I – Equiparazione delle fasce fluviali alle classi di pericolosità.	6
Tabella 3.I – Criteri di definizione delle fasce per la Piana del Fucino	11
Tabella 4.I – Numero di abitanti e superfici edificate esposte a rischio nella Piana del Fucino	16

Introduzione

Premesso che con Nota prot./int. N. 450 in data 12.06.2013 il Responsabile del Procedimento ha autorizzato a procedere all'esecuzione anticipata del contratto, in data 19.06.2013 l'Autorità di Bacino Liri-Garigliano Volturno ha consegnato formalmente al Raggruppamento Temporaneo di Imprese BETA Studio s.r.l. – HR Wallingford Ltd le attività di servizi relative alla *“Progettazione preliminare delle opere prioritarie da realizzare per la risoluzione delle criticità legate all'uso e alla disponibilità della risorsa idrica nella piana del Fucino – Regione Abruzzo”*.

In data 1.10.2013 l'Autorità sopraccitata ha stipulato in forma pubblico/amministrativa il contratto rep.1033 con il Raggruppamento Temporaneo di Imprese BETA Studio s.r.l. – HR Wallingford Ltd per l'espletamento delle attività di servizio sopraccitate.

In particolare le attività che compongono il progetto sono suddivise nelle seguenti fasi principali:

- progettazione e implementazione di un percorso partecipato;
- studio idraulico di dettaglio della Piana del Fucino, che prevede la raccolta, l'analisi e l'elaborazione dei dati esistenti nonché l'acquisizione di nuovi dati anche per mezzo di rilievi in campo al fine di ricostruire le caratteristiche plano-altimetriche dei corsi d'acqua e dei manufatti presenti e l'implementazione di un modello di simulazione idraulica;
- aggiornamento dello Studio *“Piana del Fucino, Regione Abruzzo - programma di azioni strutturali e non strutturali connesse alla salvaguardia, uso e governo della risorsa idrica superficiale e sotterranea”*, realizzato nel 2007 dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, relativamente alle componenti *“irrigazione”*, *“depurazione e collettamento”* e *“captazione e distribuzione idropotabile”*;
- progettazione preliminare degli interventi prioritari nel settore irriguo, nel settore della depurazione ed collettamento e nel settore della captazione e distribuzione potabile.

La presente relazione descrive le modalità di progettazione e successiva realizzazione del percorso di partecipazione che ha visto coinvolti diversi Enti a vario titolo competenti in materia di *“acqua”* nella Piana del Fucino. Dopo un sintetico inquadramento dell'area di studio (Capitolo 1) al Capitolo 2 vengono fornite le definizioni generali relative alla mappatura delle aree a rischio la quale, per quanto riguarda la Piana del Fucino, viene descritta nelle sue modalità di calcolo al Capitolo 3. Il Capitolo 4 definisce il calcolo effettuato per la definizione del numero di abitanti e dell'edificato esposto a rischio, mentre nel Capitolo 5 viene illustrata la metodologia per le definizioni delle tavole di mappatura delle aree allagabili per vari tempi di simulazione.

1. Area oggetto d'indagine

1.1 Inquadramento generale

Il territorio oggetto dello studio è quello della Piana endoreica del Fucino e dei rilievi montuosi che le fanno da coronamento. Il bacino idrografico del Fucino appartiene al bacino del Liri-Garigliano, mentre da un punto di vista amministrativo il territorio ricade interamente nella provincia dell'Aquila. Il bacino si presenta suddiviso in un'area pianeggiante compresa fra le quote 648 e i 700 m s.m.m. per una superficie che copre il 30% del totale del bacino ed in una zona montuosa perimetrale con picchi fino ai 2 500 m s.m.m. (Figura 1.1).

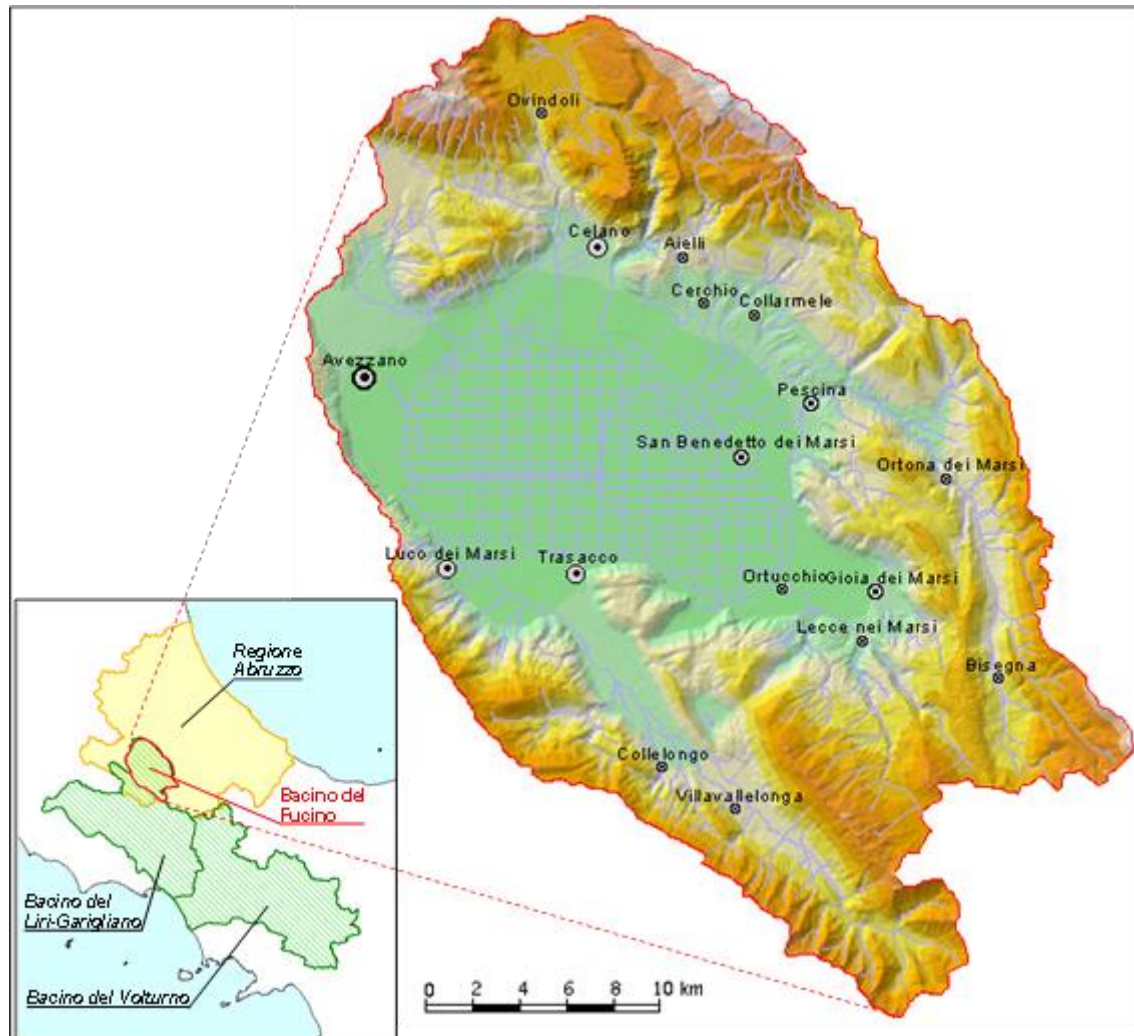


Figura 1.1 – Inquadramento dell'area d'indagine.

La Piana del Fucino è un'ampia depressione tettonica, che si apre all'interno dell'area abruzzese, tra il gruppo del Velino-Sirente a nord-ovest ed i monti del Parco Nazionale d'Abruzzo a sud-est, determinata da un complesso sistema di faglie, seguenti direttrici diverse, probabilmente non contemporanee l'una all'altra.

La Conca, nella quale affluiscono il Fiume Giovenco ed altri corsi d'acqua minori con caratteristiche torrentizie, è priva di emissari naturali, ed in passato era sede di un lago con superficie di circa 160 km². Negli anni compresi tra il 41 ed il 52 d.C. l'imperatore Claudio, al fine di recuperare i terreni del bacino lacustre all'agricoltura, fece realizzare una galleria lunga 5 647 m per scaricare le acque del lago nel limitrofo bacino del Fiume Liri. Dopo alcuni

secoli, almeno sino al VI sec. d.C., il funzionamento della galleria decrebbe progressivamente tanto che a poco a poco si ripristinò l'antica superficie lacustre.

Soltanto nella metà del XIX sec., per opera di Alessandro Torlonia, venne realizzato un nuovo collettore artificiale lungo circa 6 300 m e posto ad una quota più bassa del precedente; tale collettore, in grado di far evacuare portate di circa 40 m³/s, rese possibile la bonifica integrale del lago Fucino. Nel 1942 fu realizzato un terzo emissario, avente percorso diverso dai primi due, con lunghezza pari a 6 250 m e portata di circa 20 m³/s.

Gli impianti colturali della Piana, inizialmente diretti essenzialmente verso mais, grano e barbabietole, videro progressivamente ridurre, soprattutto dopo la riforma ed il riordino fondiario del 1954, le quote di superficie loro destinate a vantaggio di altri impianti decisamente più redditizi, di tipo orticolo. Questa nuova tendenza, notevolmente accentuata negli ultimi anni, comporta un notevole fabbisogno idrico, visto l'idroesigenza di tali colture soprattutto se si considera che, in virtù del clima favorevole presente nella piana, è possibile ottenere due/tre raccolti annui. Per garantire le disponibilità idriche necessarie sono stati realizzati, essenzialmente dall'allora ARSSA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo dei Servizi Agricoli, Ente soppresso con L.R. n. 29 del 11.08.2011), numerosi pozzi, generalmente perforati nelle strutture carbonatiche circostanti la Piana, ricche di acque sotterranee. I pozzi più importanti vengono attualmente utilizzati direttamente dal Consorzio di Bonifica Ovest, che è subentrato all'ARSSA nella gestione (L.R. n. 42 del 10.08.2012), con lo scopo di mantenere attivo il deflusso idrico nei canali dai quali attingono direttamente gli agricoltori per le esigenze irrigue.

Oltre al prelievo idrico per attività agricole, (circa 14 milioni di m³, periodo da maggio a settembre) vengono prelevati dagli acquiferi che coronano la Piana cospicui volumi d'acqua anche a scopo idropotabile (11 milioni di m³/anno) e industriale (6 milioni di m³/anno).

1.2 Aspetti idrologici e idraulici

Il bacino del Fucino è situato in un'area dell'Appennino Centrale, equidistante dal Tirreno e dall'Adriatico, e viene interessato da un clima che si può classificare come sublitoraneo-appenninico. Tale clima è caratterizzato da una piovosità intensa durante tutto l'inverno, con massimi di precipitazione nei mesi di novembre e dicembre a carattere nevoso in genere sopra i 1500 m; durante l'estate si ha una quasi completa mancanza di precipitazioni in pianura e rari e brevi fenomeni temporaleschi sulle pendici montane. La piovosità maggiore si registra nelle zone montane ed in prevalenza su quelle a Sud del bacino stesso. I valori minimi si registrano nella Piana (50% del valore medio). Tale distribuzione delle precipitazioni è la conseguenza di una circolazione delle perturbazioni che è prevalentemente in senso orario: in generale la propagazione della perturbazione segue il bacino del Liri fin sopra Avezzano, devia verso Est incontrando i massicci dei monti Velino, Magnola e Sirente, si espande successivamente sulla Piana per raddensarsi sui monti a sud del bacino, ove definitivamente si estingue con la massima intensità.

La temperatura media annua nel bacino si aggira sui 12°C; le temperature minime sono mediamente intorno ai -3°C, le massime intorno ai 27°C.

I corsi d'acqua drenanti i rilievi posti a corona della Piana del Fucino confluiscono nei due Canali Allacciati (settentrionale e meridionale) e costituiscono le "Acque Alte". Queste a loro volta si immettono nel Canale Collettore (Canale Torlonia). A tale collettore giungono anche le "acque medie", ossia quelle circolanti nei fossi della Piana, all'interno della cintura costituita dai Canali Allacciati. Le "acque basse" si raccolgono nel Bacinetto, da cui vengono sollevate tramite un impianto idrovoro e convogliate nel Canale Collettore. Il Canale Collettore, che convoglia tutte le acque all'Incile dove hanno origine i due emissari in galleria, è formato da tre canali paralleli, di cui i due estremi raccolgono le acque provenienti da nord e da sud (Figura 1.2).

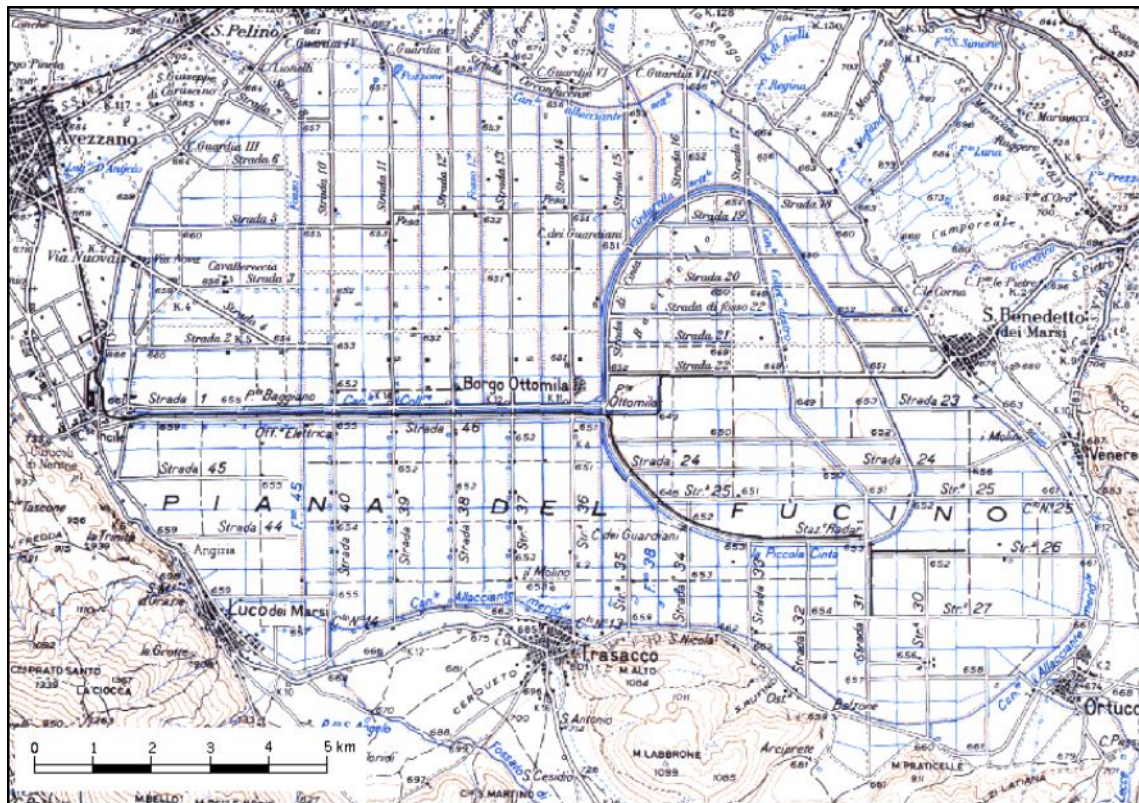


Figura 1.2 – Inquadramento della Piana del Fucino e del reticolo di canali drenanti.

Dei corsi d'acqua naturali che si immettono nella Piana del Fucino solamente il fiume Giovenco risulta avere portate estive non nulle. Tali corsi d'acqua sono (in senso orario, a partire da nord): il Rio S. Potito, il Torrente La Foce, il Rio di Aielli, il fiume Giovenco, il Rio di Lecce, il Fossato di Rosa.

Come già accennato al paragrafo precedente la portata dei canali della Piana Fucino è fornita non solo dai contributi dei corsi d'acqua immissari ma dai copiosi apporti di acque sorgentizie erogate dalle emergenze poste in diversi settori della Piana e al bordo della stessa, nonché dalle portate prelevate dai pozzi ad uso irriguo e sversate nei canali stessi.

1.3 Aspetti geologici ed idrogeologici

Il bacino del Fucino si estende per circa 900 km² nell'Appennino laziale-abruzzese ed è morfologicamente dominato dalla omonima vasta Piana alluvionale, ampia oltre 200 km². Questa depressione, la cui origine è connessa agli intensi fenomeni tettonici sin- e post-orogenetici, è circondata da rilievi carbonatici meso-cenozoici, fratturati e carsificati anche molto intensamente, delimitati da linee tettoniche compressive e disgiuntive, che determinano il ribassamento dei carbonati circostanti sotto i depositi recenti della Piana (Burri et al., 2002).

La Piana nei corso dei millenni ha subito un rapido riempimento da parte di sedimenti alluvionali detritici e lacustri, il cui spessore risulta attualmente di diverse centinaia di metri e tale da superare in alcuni settori i 1000 m (Giraudi, 1994). Ai margini della Piana, il contatto tra i depositi carbonatici e quelli alluvionali recenti è reso complesso dall'interdigitazione dei sedimenti detritici di versante con i depositi fluvio-lacustri.

La situazione idrogeologica è altrettanto complessa: gli acquiferi regionali carbonatici vengono drenati alla loro base da sorgenti di portata elevata, ma interagiscono anche con le falde alluvionali e con il sistema idrografico superficiale (Boni et al., 1986; Celico, 1983).

Come conseguenza, la portata dei canali artificiali è costituita non solo da acque superficiali, ma anche e soprattutto dai copiosi apporti di acque sorgive erogate da emergenze poste in prevalenza sul bordo della Piana,

con portate abbastanza regolari anche in periodo arido. Le principali sorgenti sono alimentate dalle dorsali carbonatiche circostanti e sono ubicate in prevalenza sul bordo sud-orientale del Fucino (gruppo Trasacco, gruppo Ortucchio; gruppo Venere, di portata media complessiva indicata in letteratura pari a $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ circa) e nel settore settentrionale (paludi di Celano, zona Tre Monti, ciascuna con portate variabili da 0.1 a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Parte delle acque sotterranee ricevute dalla Piana vengono drenate direttamente nell'alveo dei diversi canali artificiali (sorgenti lineari), con portate stimate in passato nell'ordine di qualche m^3/s . La disponibilità idrica totale relativa alle acque sorgive negli anni '70 corrispondeva a circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$. La Piana costituirebbe, dunque, un'unità idrogeologica a se stante, caratterizzata da alternanze di sedimenti detritico-alluvionali (ghiaie, sabbie, ed argille, la cui permeabilità risulta estremamente variabile in funzione della granulometria).

Infine, le acque effettivamente affluite sul territorio della Piana vanno ad alimentare in prevalenza il reticolo idrografico e solo in minima parte penetrano nel suolo, con possibilità di raggiungere la falda idrica alluvionale, a causa della limitata permeabilità dei sedimenti presenti sulla superficie. È ipotizzabile quindi che la falda idrica della Piana venga alimentata prevalentemente da travasi sotterranei provenienti dagli acquiferi carsici circostanti.

2. Riferimenti e definizioni

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), in collaborazione con Autorità di Bacino Nazionali, Dipartimento di Protezione Civile ed ISPRA, ha redatto un documento *"Indirizzi Operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni"* volto alla definizione di criteri omogenei, a scala nazionale, per la redazione delle mappe di pericolosità e rischio alluvioni. Parallelamente, nell'ambito del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, l'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno e le Regioni tramite le Autorità di Bacino interregionali e regionali ricadenti nel Distretto hanno avviato, fin dal mese di luglio 2011, un percorso simile, mediante l'attivazione di un Tavolo Tecnico Istituzionale e Operativo (Decreto Segretariale n°103 del 23.04.2012) finalizzato ad un confronto e valutazioni sullo stato della pianificazione in materia di alluvioni ed al coordinamento delle attività da porre in essere da parte di ciascuna delle Autorità di Bacino operanti nel Distretto e delle Regioni per la redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Meridionale (DAM).

Il tutto ha portato alla stesura di un documento condiviso denominato *"Relazione programma di lavoro per la redazione delle mappe di pericolosità e rischio del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino meridionale"* che, assieme alla Relazione Generale del Piano stesso, rappresenta lo strumento metodologico a cui si è fatto riferimento per la predisposizione delle mappe di pericolosità, danno e rischio del presente studio.

I seguenti paragrafi sintetizzano quanto contenuto nel documento sopraccitato a cui si potrà fare riferimento per ulteriori approfondimenti.

2.1 Definizione della pericolosità idraulica

L'Autorità di Bacino Nazionale del Liri Garigliano Volturno ha elaborato le mappe della pericolosità idraulica nell'ambito della redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) attualmente vigente con alcune integrazioni derivanti da studi disponibili su ulteriori ambiti territoriali e non ancora utilizzati per adozioni di estensioni/varianti dei Piani Stralcio vigenti.

In particolare L'Autorità di Bacino, nell'ambito della redazione del PAI, ha individuato le aree inondabili per Tempo di Ritorno pari a 30, 100 e 300 anni e la delimitazione delle fasce fluviali A, B1, B2, B3, C.

La definizione delle fasce è quella riportate nelle Norme Tecniche del PAI ovvero:

- la **Fascia A** viene definita come l'alveo di piena che assicura il libero deflusso della piena corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni;
- **Fascia B** comprende le aree inondabili dalla piena con periodo di ritorno $T < 100$ anni. In particolare sono state considerate tre sottofasce:
 - la sottofascia B1 è quella compresa tra l'alveo di piena e la linea più esterna tra la congiungente l'altezza idrica $h=30$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=30$ anni e altezza idrica $h=90$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;
 - la sottofascia B2 è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e quello dell'altezza idrica $h=30$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;
 - la sottofascia B3 è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di

ritorno T=100 anni.

- la **fascia C** è quella interessata dalla piena relativa a T = 300 anni o dalla piena storica nettamente superiore alla piena di progetto.

Secondo gli indirizzi Ministeriali, ai fini del processo di equiparazione della classificazione di pericolosità idraulica per l'intero Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, l'Autorità di Bacino ha configurato il passaggio dalle mappe delle fasce fluviali e aree inondabili alle mappe di pericolosità.

L'equiparazione delle fasce fluviali alle tre classi di pericolosità idraulica, è riportata in Tabella 2.1:

Tabella 2.1 – Equiparazione delle fasce fluviali alle classi di pericolosità.

Fascia	Pericolosità	Descrizione
A	P3	Pericolosità elevata
B1 – B2 – B3	P2	Pericolosità media
C	P1	Pericolosità bassa

2.2 Definizione del danno potenziale

La definizione del “danno atteso” o “danno potenziale” concorre con la definizione della pericolosità idraulica alla definizione del rischio di alluvione.

Per valutare il Danno potenziale (Dp) è necessario considerare l'elemento esposto ovvero quel elemento antropico e/o naturale del sistema territoriale presente all'interno dell'area esposta al pericolo che può subire danni a seguito dell'evento alluvionale. Le mappe del Bene esposto (E) esprimono il valore di tale bene in termini monetari o in termini numerici.

Il Danno potenziale è dato quindi dal prodotto del Bene Esposto (E) per la Vulnerabilità del bene (V), secondo la seguente equazione.

$$Dp = E * V$$

L'Autorità di Bacino Nazionale del Liri Garigliano Volturno ha provveduto ad aggiornare la mappa del Bene Esposto redatti nell'ambito del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) secondo le 4 classi: E1, E2, E3, E4 definite come a seguire:

A livello di Distretto delle Alpi Meridionali viene ammessa l'uguaglianza tra valore del Bene esposto e Danno potenziale avendo assunto unitario il valore della vulnerabilità (V) e quindi viene ammessa l'uguaglianza delle quattro classi di valore crescente di Bene esposto E1, E2, E3 e E4, alle quattro classi di danno D1, D2, D3, D4, secondo le seguenti definizioni:

E1 = D1 Valore Basso

1. Aree Agricole non specializzate: Prati Stabili (2.3), Aree a Pascolo (3.2.1) – fonte CORINE Land Cover 4° livello, integrata al 5° per alcune voci forestali 2006.
2. Aree naturali non protette: Boschi (3.1.1.6), Vegetazione boschiva in evoluzione (3.2.4), Vegetazione rada (3.3.3), Zone umide (4.1) - fonte CORINE Land Cover 4° livello, integrata al 5° per alcune voci forestali 2006.

E2 = D2 Valore Medio

1. Infrastrutture secondarie:
 - Strade Comunali secondarie- fonte C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 provincie Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA

del 1998); Portale Cartografia Nazionale e Regionale;

- Aree Agricole specializzate;
 - Seminativi (2.1), Colture permanenti (2.2), Agricolo Eterogeneo (2.4) - fonte CORINE Land Cover 4° livello, integrata al 5° per alcune voci forestali 2006;
 - Edifici agricoli/Stalle, Vivai, Serre – fonte C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998);
2. Parchi Urbani; Attrezzature Sportive all'aperto – fonte Enti e C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998).

E3 = D3 Valore Elevato

1. Infrastrutture principali:

- Strada Statale, Strada Provinciale, Strada Comunale principale (bretelle di collegamento), Elettrodotto, Gasdotto, Acquedotto, Metanodotto, Oleodotti – fonte: C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998); Portale Cartografia Nazionale e Regionale;
- Aree estrattive, discariche, depuratori, inceneritori, cimiteri – fonte: C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998); Cartografie tematiche Autorità LGV ed Enti diversi (vari anni del 2000).

E4 = D4 Valore Molto Elevato

1. Aree Urbanizzate:

- Centri Abitati, Nuclei Abitati, Località Produttive - fonte ISTAT 2011;
- Specifica Edifici: Civili, Sociali, Amministrativi, Industriali, Commerciali, Produttivi - fonte C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998);
- Area ASI - fonte Consorzi ASI 2012;
- Aree PIP - fonte PTCP delle province (vari anni da 2000 a 2010);
- Edifici ricadenti nella sezione censuaria Case Sparse (per essi è stato campito un buffer di 5 m) - fonte ISTAT 2011 e C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998).

2. Strutture Strategiche:

- Ospedali, Scuole, Tribunale, Municipio, Musei, Spettacolo, Caserme, Carceri, Edifici sedi di Pubbliche Amministrazioni (Prefetture, Regione, Consorzi, etc.), etc. - fonte C.T.R. scala 1:5000 (Abruzzo 2000/2007; Campania 2004/2005; Lazio: 2002/2003 province Roma e Latina, 2009 provincia Frosinone; Molise 1992 comparate con le ortofoto AIMA del 1998)

3. Infrastrutture Strategiche:

- Autostrade, Tangenziali, Grandi Strade e/o Strade a Scorrimento Veloce, Stazioni FS, Linee Ferroviarie, Aeroporti, Eliporti - fonte Portale Cartografia Nazionale e Regionale

4. Beni ambientali, paesaggistici, storici, culturali, archeologici, aree protette di rilevante interesse:

- Beni Culturali, Paesaggistici Ambientali, D.Lgs. n.42/2004 - ex legge n.1497/1939; Beni Archeologici, D.Lgs. n.

42/2004 - ex legge n.1089/1939; Beni Paesaggistici Ambientali - Aree tutelate per legge – art.142 del D.Lgs. n. 42/2004 - ex legge n.431/1985 - fonte MiBAC (1997/2010);

- Aree Protette (Parchi e Riserve), Zone Umide, D.P.R. n.448 del 13/7/76; Aree di Protezione Speciale (SIC e ZPS) – Fonte MATTM (2009/2010)
5. Impianti ai sensi dell'all. I - D.L. 59/2005:
- Acciaierie e impianti metallurgici, Centrale termoelettrica, Deposito di rifiuti tossici, Deposito di fitofarmaci, Deposito di gas liquefatti, Deposito di oli minerali, Distillazione Galvanotecnica; Impianti di trattamento/Recupero, Produzione e/o deposito di esplosivi, Produzione e/o deposito di gas tecnici, Raffinazione petrolio; Stabilimento chimico o petrolchimico;
 - Impianti ed Attività di cui al D.Lgs. n. 59 2005, modificato dal D.Lgs. n°128 del 29/06/2010 in attuazione alla Direttiva 2008/1/CE - fonte: sito E –PRTR 2012 -European Pollutant Release and Transfer Register;
 - Industrie a Rischio di incidente Rilevante di cui al D.Lgs. 334/99 modificato dal D.Lgs. 21/09/2005, n. 238 - Fonte ISPRA 2012;
 - Siti di Interesse Nazionale SIN (articolo 17 del D.M. 471/99 e articolo 251 del D.L.vo 152/06) e Siti d'Interesse Regionale SIR (D.M. 11/02/2013) - Fonte MATTM (2009/2010).

In Figura 2.1 sono sinteticamente indicate le categorie di beni esposti così come sopra individuati e l'appartenenza alla relativa classe di danno a cui si è fatto riferimento nel corso del presente studio.

CLASSE ELEMENTI ESPOSTI	MACRO CATEGORIE con assunzione Vulnerabilità = 1	CLASSI DI DANNO
E4 valore esposto molto elevato	1 Aree urbanizzate	D4 danno molto elevato
	2 Strutture Strategiche ¹	
	3 Infrastrutture Strategiche di trasporto e a rete ²	
	4 Beni ambientali, paesaggistici, storici,culturali, archeologici, aree protette di rilevante interesse	
	5 Aree interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi ³ ; SIN e SIR	
E3 valore esposto elevato	1 Infrastrutture di trasporto e a rete principali	D3 danno elevato
	2 Aree estrattive, discariche, depuratori, inceneritori, cimiteri	
E2 valore esposto medio	1 Infrastrutture di trasporto secondarie	D2 danno medio
	2 Aree agricole specializzate	
	3 Verde Attrezzato, Parchi Urbani, Attrezzature Sportive all'aperto	
E1 valore esposto basso	1 Aree agricole non specializzate	D1 danno basso
	2 Aree naturali non protette	

Figura 2.1 – Definizione delle categorie di beni esposti a rischio e la relativa classe di danno.

2.3 Definizione del rischio

Per la definizione delle classi di rischio si è utilizzata la metodologia indicata negli Indirizzi operativi nazionali del MATTM che, partendo dai 4 livelli di danno potenziale, indicano una matrice di incrocio tra il danno potenziale D e la pericolosità P, secondo l'equazione generale:

$$R = P \times E \times V = P \times Dp$$

dove:

- P (pericolosità): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità espressa come nel paragrafo 2.1 in P1, P2 e P3;
- E (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte ad un evento naturale;
- V (vulnerabilità): grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;

- Dp (danno potenziale): grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto;
- R (rischio): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Assumendo come detto la Vulnerabilità (V) pari a 1, si assume che il Danno potenziale (Dp) coincida con il bene esposto (E).

Il rischio (R) è quello definito dalle 4 classi del DPCM 29/09/1998 di seguito riportate (sostanzialmente coincidenti con le quattro classi di danno atteso):

- R4 (rischio molto elevato): per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche;
- R3 (rischio elevato): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- R2 (rischio medio): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 (rischio moderato o nullo): per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Nel corso del presente studio si è utilizzata la matrice del rischio dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Garigliano e Volturno aggiornata secondo le indicazioni riportate nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni. La matrice è riportata in Figura 2.2.

CLASSI RISCHIO		DI	PERICOLOSITA'		
			P3	P2	P1
DANNO POTENZIALE	D4	R4	R3	R2	
	D3	R3	R3	R2	
	D2	R2	R2	R1	
	D1	R1	R1	R1	

Figura 2.2 – Matrice di valutazione del rischio idraulico.

2.4 Numero di abitanti potenzialmente esposti a rischio alluvioni

L'art. 6 comma 5 lett.a) del D.Lgs. 49/2010 sancisce che per le aree a rischio individuate e perimetrare nelle relative mappe deve essere riportato, tra le altre cose, il numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati. Tale locuzione si traduce di fatto nella stima della popolazione residente nelle aree di pericolosità idraulica. Questa può essere effettuata considerando, sia i dati riportati nelle sezioni censuarie ISTAT riguardanti, il censimento della popolazione e dell'edificato attualmente disponibile al 2001, sia i dati sugli edifici riportati nelle Carte Tecniche Regionali. Il tutto in attesa di prossimi aggiornamenti dei dati del 2011, attualmente non ancora pubblicati.

La metodologia applicata per la definizione di tale valore si basa sulla seguente proporzione:

$$\mathbf{Nab,r : SUPed = Nab,sc : SUPed, sc}$$

dove:

Nab,r = numero abitanti potenzialmente a rischio (da calcolare);

SUPed = superficie edificato residenziale ricadente in area pericolosa della sezione censuaria di studio (da ricavare tramite elaborazioni GIS);

Nab,sc = numero abitanti sezione censuaria (dato ISTAT);

SUPed,sc = superficie edificato residenziale della sezione censuaria di studio (dato ISTAT).

3. Mappatura delle aree a rischio nella Piana del Fucino

3.1 Determinazione della pericolosità

La mappatura delle aree a rischio della Piana del Fucino è stata realizzata a partire dai risultati del modello mono-bidimensionale descritto nell'elaborato 2.4.1: “*Relazione idrologica-idraulica*”. I dati di *output* del modello idraulico sono costituiti da *shapefile* denominati *2d_zones*, che contengono tra l'altro, le informazioni relative ai massimi tiranti idrici raggiunti da ogni cella di calcolo nell'evento considerato.

La fase di elaborazione dei risultati è consistita in una serie di operazioni, svolte in ambiente GIS, al fine di dettagliare l'informazione ottenuta dal modello così da ottenere i valori dei tiranti idrici sul piano campagna ad una scala maggiore così da perimetrare, secondo le definizioni precedentemente riportate, le fasce di pertinenza fluviale. In tal modo, è possibile effettuare un controllo ulteriore sull'output del modello, verificandone la giusta rappresentazione in prossimità di elementi antropici e morfologici, ed eventuali punti di singolarità della rappresentazione.

Considerata la particolarità delle dinamiche di allagamento che interessano la Piana del Fucino, le quali possono essere difficilmente paragonate alle dinamiche fluviali in senso stretto, si è convenuto di adattare la zonizzazione delle aree allagabili secondo i criteri evidenziati in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Criteri di definizione delle fasce per la Piana del Fucino.

Fascia	Tempo di Ritorno dell'area allagabile	Criterio di definizione della fascia
A	100 anni	Tirante idraulico > 1 m
B1	100 anni 30 anni	Tirante idraulico compreso tra 0.90 e 1 m Tirante idraulico > 0.30 m
B2	100 anni	Tirante idraulico compreso tra 0.30 e 0.90 m
B3	100 anni	Tirante idraulico compreso tra 0.10 e 0.30 m
C	300 anni	Tirante idraulico > 0.1 m

In particolare, nelle linee guida la fascia A viene definita come “alveo di piena che assicura il libero deflusso della piena corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni”, alveo che nel caso del Fucino è difficilmente identificabile. Si è quindi convenuto di identificare tale fascia con le aree aventi tiranti maggiori di un metro per TR 100.

Inoltre, sono state escluse dalla mappatura tutte le aree di tutti i Tempi di Ritorno considerati aventi tiranti inferiori ai 10 cm in quanto non ritenuti significativi in uno scenario di rischio idraulico (Figura 3.1).

Una volta definiti i criteri, in ambiente GIS, si è proceduto alla creazione degli *shapefile* corrispondenti alle 5 tipologie di fasce fluviali che sono poi state equiparate alle 3 classi di pericolosità così come definito in Tabella 2.1.

Ciascuno *shapefile* relativo alla pericolosità idraulica è stato poi sottoposto ad un'operazione di *smoothing* per cui il contorno della superficie viene arrotondato secondo una precisione impostata dall'utente (nel caso in questione sono impostati parametri: *smoothness* 10 e *freedom* 10) così da diminuire l'effetto di forma sui limiti dello shape determinato dalle celle di calcolo che lo ha generato.

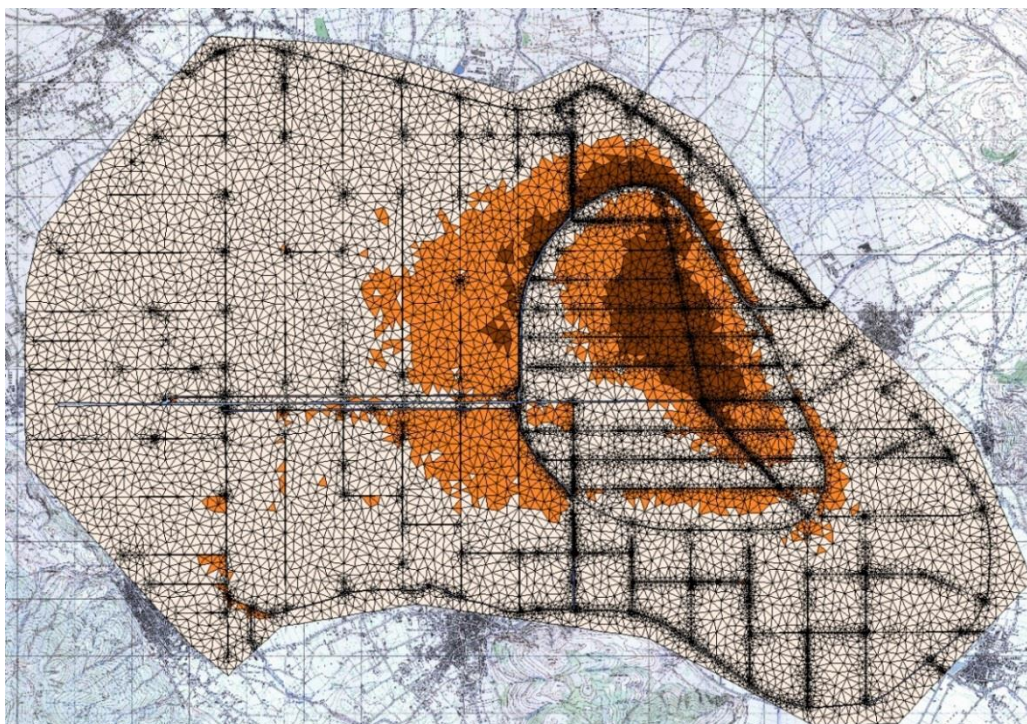


Figura 3.1 – Esempio di zonizzazione dell'area allagabile TR 100 per la definizione delle fasce di pertinenza. L'area con il colore più chiaro rappresenta la porzione di piana dove i tiranti idraulici sono inferiori a 10 cm, mentre la porzione con il colore più scuro rappresenta la porzione di piana dove i tiranti sono superiori ad 1 m.

Le aree così ottenute sono state successivamente modificate manualmente secondo i seguenti criteri:

- il limite delle aree deve appoggiarsi a limiti fisici, qualora tali limiti non fossero presenti è opportuno chiudere le aree considerando l'estensione maggiore dell'area stessa (Figura 3.2).

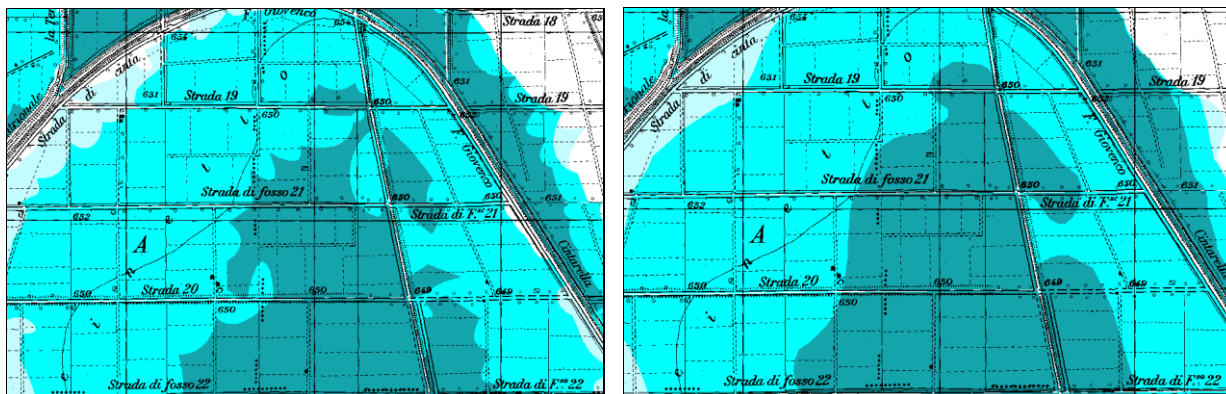


Figura 3.2 – Modifica manuale delle aree a diversa pericolosità; nell'immagine di sinistra è rappresentato il risultato dopo l'operazione di smoothing automatico, l'immagine di destra riporta il risultato dopo le correzioni apportate manualmente.

- eliminazione delle aree allagabili di piccole dimensioni presenti all'interno della Piana del Fucino (Figura 3.3).

I risultati della mappatura della pericolosità relativa sia allo stato attuale sia allo scenario di cambiamento climatico sono riportati nei seguenti elaborati:

- 2.5.2 "Carta della pericolosità idraulica" scala 1:25.000 (intera piana);
- 2.5.3.1 "Carta di dettaglio della pericolosità idraulica - Borgo Ottomila" scala 1:5000;
- 2.5.3.2 "Carta di dettaglio della pericolosità idraulica - Telespazio" scala 1:5000;
- 2.5.8 "Carta della pericolosità idraulica – Scenario relativo ai cambiamenti climatici" scala 1:25.000 (intera piana).

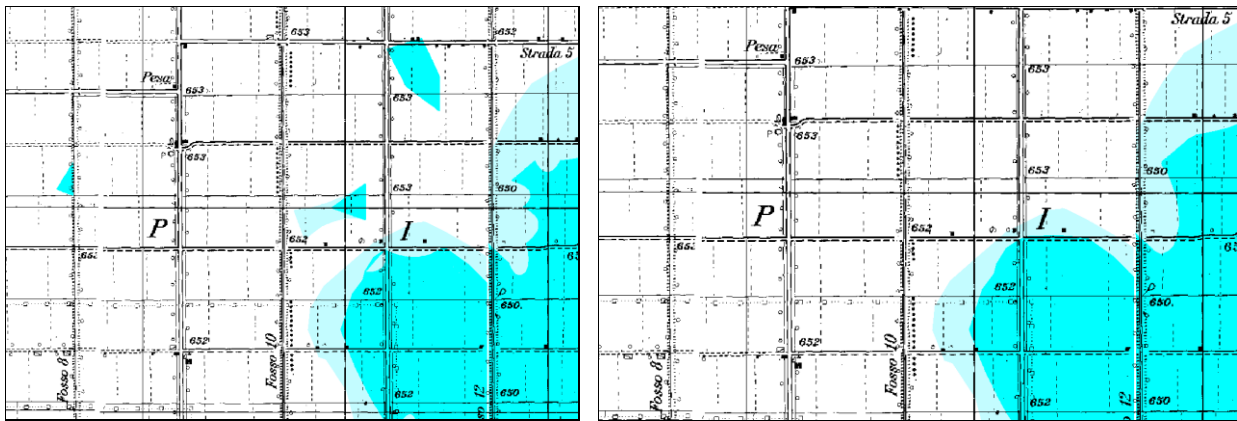


Figura 3.3 – Eliminazione delle aree allagabili di piccole dimensioni non significativi ai fini della perimetrazione della pericolosità idraulica; nell'immagine di sinistra è rappresentato il risultato prima dell'operazione eliminazione delle aree, l'immagine di destra riporta il risultato dopo l'avvenuta eliminazione.

3.2 Determinazione del danno

La carta del danno è stata prodotta a partire dai dati ricavati dai Piani Regolatori Generali (PRG) dei singoli Comuni il cui territorio insiste direttamente sulla Piana del Fucino. I PRG reperiti sono stati innanzitutto georiferiti e uniformati nelle legende in modo tale da procedere con coerenza all'assegnazione delle diverse classi di danno così come definite nel paragrafo 2.2.

In particolare, la maggior parte del territorio, rappresentato da Aree Agricole Specializzate, ricade all'interno della classe di danno medio (D2), mentre Borgo Ottomila, Telespazio e alcuni borghi rurali sparsi all'interno della piana sono stati associati ad un classe di danno molto elevato (D4).

Per quel che riguarda le infrastrutture viarie, il dato di base è stato definito a partire da quanto riportato nella Carta Tecnica Regionale (CTR) che classifica le strade come riportato di seguito:

- Extraurbana principale: si tratta della strada provinciale che attraversa la piana in direzione est-ovest) D3
- Extraurbana secondaria: si tratta delle strade asfaltate che attraversano la piana sia in direzione Nord- Sud che Est-Ovest; D3
- Strada locale / vicinale: si tratta delle strade sterrate che costituiscono l'accesso ai fondi agricoli. D2

Il valore di danno assegnato a ciascuna di queste infrastrutture è stato elevato (D3) per le strade extraurbane principali e secondarie, mentre per le strade vicinali il valore assegnato è stato pari a medio (D2).

I risultati della mappatura del danno sono riportati nell'elaborato 2.5.4 "Carta del danno".

3.3 Rischio idraulico

Come già esplicitato nel paragrafo 2.3, il rischio deriva dall'applicazione di una matrice di incrocio tra il danno potenziale D e la pericolosità P. L'applicazione di tale matrice è avvenuta in ambiente GIS attraverso l'intersezione dello *shapefile* relativo al danno e quello relativo alla pericolosità.

I risultati della mappatura del rischio sono riportati nei seguenti elaborati:

- 2.5.5 "Carta del rischio idraulico" scala 1:25.000 (intera piana);
- 2.5.6.1 "Carta di dettaglio del rischio idraulico - Borgo Ottomila" scala 1:5000;
- 2.5.6.2 "Carta di dettaglio del rischio idraulico - Telespazio" scala 1:5000.
- 2.5.9 "Carta del rischio idraulico – Scenario relativo ai cambiamenti climatici" scala 1:25.000 (intera piana).

4. Calcolo del numero di abitanti e dell'edificato esposto a rischio alluvioni

Il calcolo del numero di abitanti e dell'edificato esposto a rischio è stato effettuato utilizzando i dati del Censimento della Popolazione ISTAT 2001, in quanto non sono ancora disponibili i dati relativi al Censimento del 2011.

La formula utilizzata per il calcolo è quella descritta al paragrafo 2.4.

$$Nab,r : SUPed = Nab,sc : SUPed, sc$$

dove:

1. Nab,r = numero abitanti potenzialmente a rischio (da calcolare);
2. $SUPed$ = superficie edificato residenziale ricadente in area pericolosa della sezione censuaria di studio (da ricavare tramite elaborazioni GIS);
3. Nab,sc = numero abitanti sezione censuaria (dato ISTAT);
4. $SUPed,sc$ = superficie edificato residenziale della sezione censuaria di studio (dato ISTAT).

I valori 3 e 4 sono stati ricavati dai dati ISTAT sopraccitati.

Sono state individuate le celle censuarie interessate dalle aree a rischio e successivamente sono state individuate le celle per le quali è presente il dato relativo al numero di abitanti e alla presenza di edificato (Figura 4.1). Il numero totale delle celle censuarie così individuate è pari a 24.

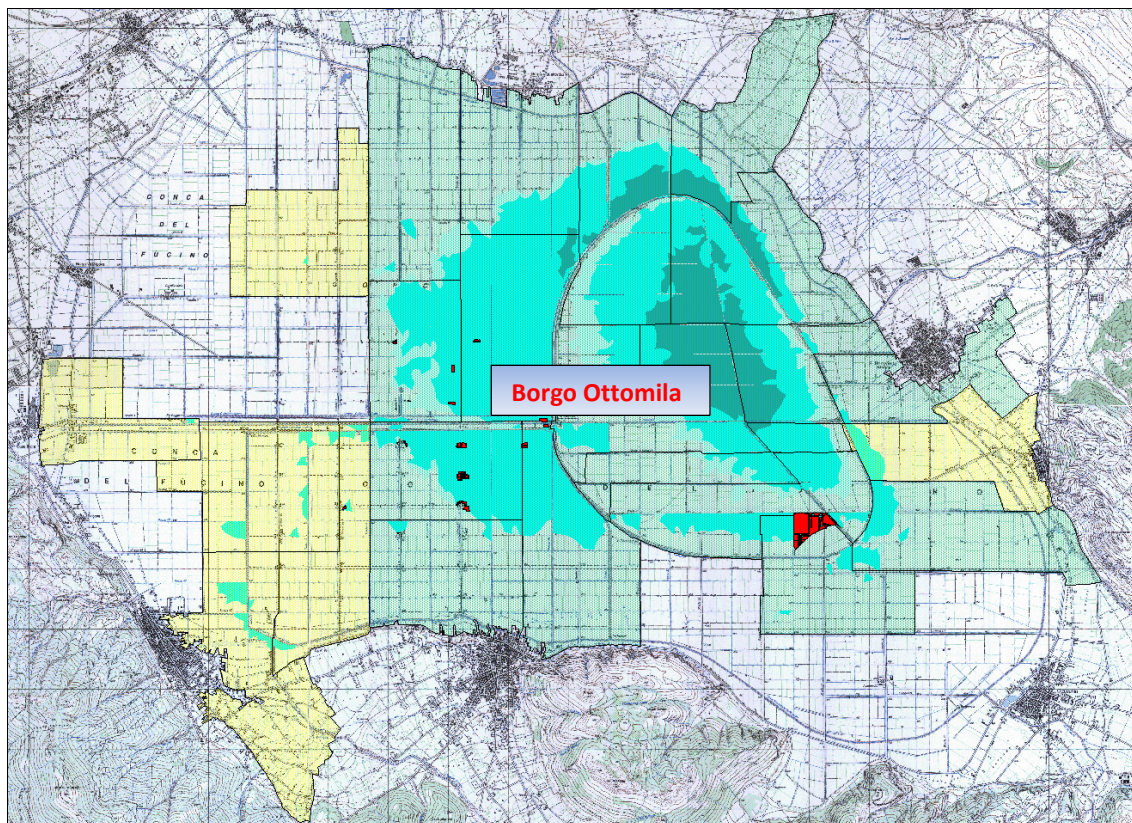


Figura 4.1 – Celle censuarie ricadenti in aree a pericolosità idraulica. In verde sono evidenziate le celle per le quali il numero di abitanti è pari a zero, in giallo quelle con presenza di residenti (in evidenza l'area di Borgo Ottomila).

I risultati di questa ricerca hanno evidenziato che 17 celle censuarie in aree a rischio risultano disabitate. Si evidenzia che la cella censuaria in cui ricade Telespazio risulta, ovviamente disabitata, in quanto gli addetti presenti non risultano residenti. Si ritiene, comunque, opportuno sommare al numero di abitanti a rischio il numero delle persone impiegate in tale struttura ritenuto essere pari a 50.

Inoltre, si evidenzia, che le celle censuarie risultate abitate di fatto non presentano aree edificate ricadenti all'interno di aree a rischio all'interno della cella stessa.

Per tali motivi, risulta difficile applicare la formula sopraccitata per tali celle censuarie ricadenti nella Piana del Fucino; tuttavia, per convenzione, si è ritenuto opportuno assegnare un numero di abitanti a rischio pari a 4 anche alle celle che risultano disabitate, fatta eccezione per Borgo Ottomila in cui il 100% degli abitanti censiti e dell'edificato risulta a rischio.

In sintesi, il calcolo così effettuato ha dato come risultato un numero di abitanti esposti a rischio pari a 302 unità, mentre l'edificato esposto al medesimo rischio è pari a 153 297 m² (Tabella 4.I).

Tabella 4.I – Numero di abitanti e superfici edificate esposte a rischio nella Piana del Fucino.

<i>Cella censuria</i>	<i>Popolazione cs</i>	<i>Popolazione a rischio</i>	<i>Edificato cs [m²]</i>	<i>Edificato [m²]</i>
660320000019 (Borgo Ottomila)	164	164	7219	7219
660640000014 (Telespazio)	0	50 (addetti Telespazio)	0	153297
Restanti 22 celle censuarie		4x22=88	0	0
Totale		302		153 297

5. Mappatura delle aree allagabili per vari istanti di simulazione

Al fine di fornire uno strumento di supporto alle operazioni di Protezione Civile in occasione del verificarsi di emergenze legate all'inondazione della Piana del Fucino, sulla base dei risultati modellistici sono state elaborate delle tavole che riportano, per istanti di simulazione pari a 6 ore, la progressiva estensione delle aree allagabili.

Il presente capitolo descrive la procedura adottata per realizzare tali tavole che sono raccolte all'interno dell'Elaborato 2.9 "Carta delle aree allagabili per vari tempi di simulazione" (Figura 5.1).

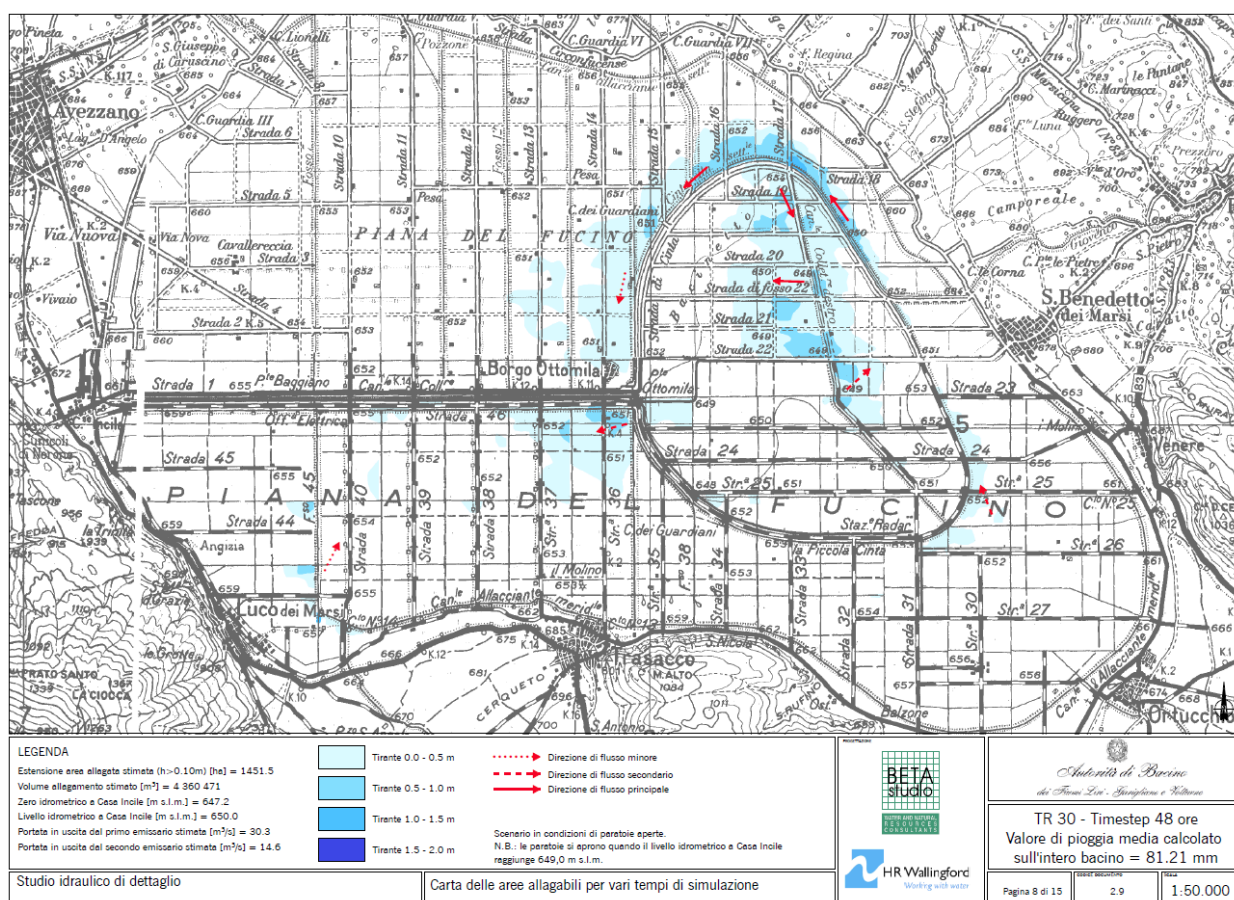


Figura 5.1 – Stralcio della carta delle aree allagabili per vari tempi di simulazione.

5.1 Definizione dello scenario di allagamento

Lo scenario di allagamento utilizzato per la produzione della tavole che costituiscono l'Elaborato 2.9 "Carta delle aree allagabili per vari tempi di simulazione" si riferisce ad un evento pluviometrico avente Tempo di Ritorno 30 anni e una durata critica di 84 ore.

Come già esplicitato nell'Elaborato 2.4.1 "Relazione idrologica-idraulica" la metodologia di applicazione delle piogge sul territorio tiene conto della distribuzione spaziale dell'intensità di pioggia, derivando i valori dai diversi pluviometri attivi di cui si ha traccia storica delle registrazioni.

In Figura 5.2 sono rappresentate le diverse aree su cui insiste la medesima pioggia, ad ogni colore corrisponde un'intensità di pioggia, indicata nell'etichetta corrispondente.



Figura 5.2 – Intensità di pioggia insistente sulla medesima area.

Ricordiamo inoltre che per l'analisi idrologica si è utilizzato un ietogramma costante della durata di 84 ore, corrispondente alla durata critica del bacino individuata per un tempo di ritorno di 30 anni.

Ai fini della rappresentazione grafica, in accordo con i tecnici dell'Autorità di Bacino, si è concordato di riportare, per ogni intervallo temporale, il valore dell'altezza di pioggia ricavato dalla media pesata della pioggia caduta sul territorio complessivo, secondo la seguente formula

$$H1 \cdot A1 + H2 \cdot A2 + \dots + Hn \cdot An / (A1 + A2 + \dots + An)$$

dove:

- H1... Hn è l'altezza caduta sul bacino;
- A1... An è l'area del bacino.

5.2 Rappresentazione delle aree allagabili

Le aree allagabili sono state rappresentate utilizzando diverse classi di colore, progressivamente più intenso, in funzione dei tiranti; la suddivisione delle classi è per intervalli di 50 cm.

Inoltre, le aree sono state sottoposte ad operazioni di *smoothing*, sia automatico che manuale, finalizzate a definire in maniera ragionata i contorni delle aree stesse. In particolare sono stati applicati gli stessi accorgimenti utilizzati per la definizione delle aree di pericolosità descritti al paragrafo 3.1.

5.3 Indicazione della direzione di flusso delle acque di esondazione

Relativamente all'indicazione dei vettori di flusso per ogni *timestep* riportati nelle tavole, è opportuno precisare che questi, durante la simulazione vengono definiti per ognuno degli elementi del calcolo bidimensionale con

intervalli che sono di molto inferiori rispetto alle 6 ore utilizzate per la restituzione “cartacea”.

In sostanza il modello elabora nel tempo, fasci di vettori che modificano continuamente la loro direzione (Figura 5.3).

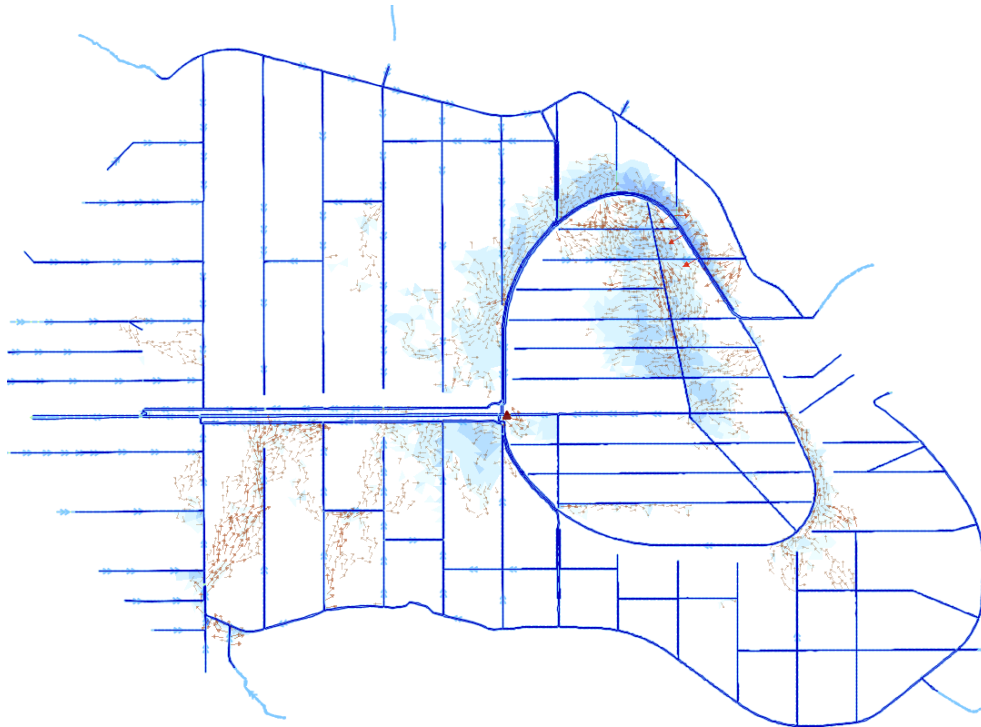


Figura 5.3 – Vettori di velocità calcolati dal modello durante la simulazione

Diversamente da quanto può accadere per un singolo corso d’acqua, l’evoluzione dell’evento sulla piana con i suoi numerosi canali è difficilmente riducibile a macro zone e a flussi di esondazione ben definiti, rappresentazione che potrebbe anche portare a forzature ed errate interpretazioni.

La rappresentazione proposta consiste in un numero ridotto di frecce di diversa grafica che consenta di individuare rapidamente le vie di deflusso preferenziali. Tale rappresentazione costituisce un’indicazione qualitativa e generale dell’andamento e dell’intensità delle portate sulla piana. Tutti i parametri ingegneristici e idraulici calcolati puntualmente dal modello di calcolo (vettori velocità, tiranti, portate) fungono da base, insieme ad altre valutazioni generali relative all’andamento del fenomeno, per la rappresentazione di tali frecce riassuntive.

La rappresentazione delle frecce vuole consentire di identificare rapidamente le direzioni ed intensità predominanti durante l’evento di piena, attraverso una semplice scala rappresentativa di 3 intensità grafiche (flusso minore, secondario, principale) e una direzione e lunghezza rappresentative della provenienza e destinazione dei flussi.

Si ribadisce che non è possibile elaborare una scala di magnitudo numericamente definita per le frecce o assimilarle a veri e propri vettori, proprio per l’obiettivo di queste tavole di fornire per istanti temporali statici e ben definiti una rappresentazione riassuntiva che deriva da un’ingente quantità di informazioni dinamiche e di estremo dettaglio, che possono essere in ogni momento ricavate dal modello idraulico.

5.4 Elementi caratteristici dell’intervallo temporale rappresentato

In ogni tavola sono stati inseriti i seguenti dati funzionali a caratterizzare la situazione nell’intervallo temporale rappresentato nella tavola:

- estensione area allagata stimata, espressa in [ha];

- volume di allagamento stimato, espresso in [m³];
- zero idrometrico a Casa Incile, che è pari a 647.2 m s.m.m. per tutti gli intervalli temporali;
- livello idrometrico a Casa Incile, espresso in quota assoluta: tale valore risulta utile in quanto le manovre di regolazione vengono effettuate sulla base del tirante rilevato a "Casa Incile". In particolare, in tutte le tavole è stata riportata la seguente frase "N.B.: le paratoie si aprono quando il livello idrometrico a Casa Incile raggiunge 649,0 m s.l.m." Nel caso specifico, le paratoie rimangono chiuse fino al *Timestep* 18 ore.
- portata in uscita dal primo emissario stimato, espressa in [m³/s];
- portata in uscita dal secondo emissario stimato, espressa in [m³/s].

In sintesi, in Figura 5.4, si riporta la variazione del tempo dell'estensione delle aree allagate e del livello idrometrico a Casa Incile.

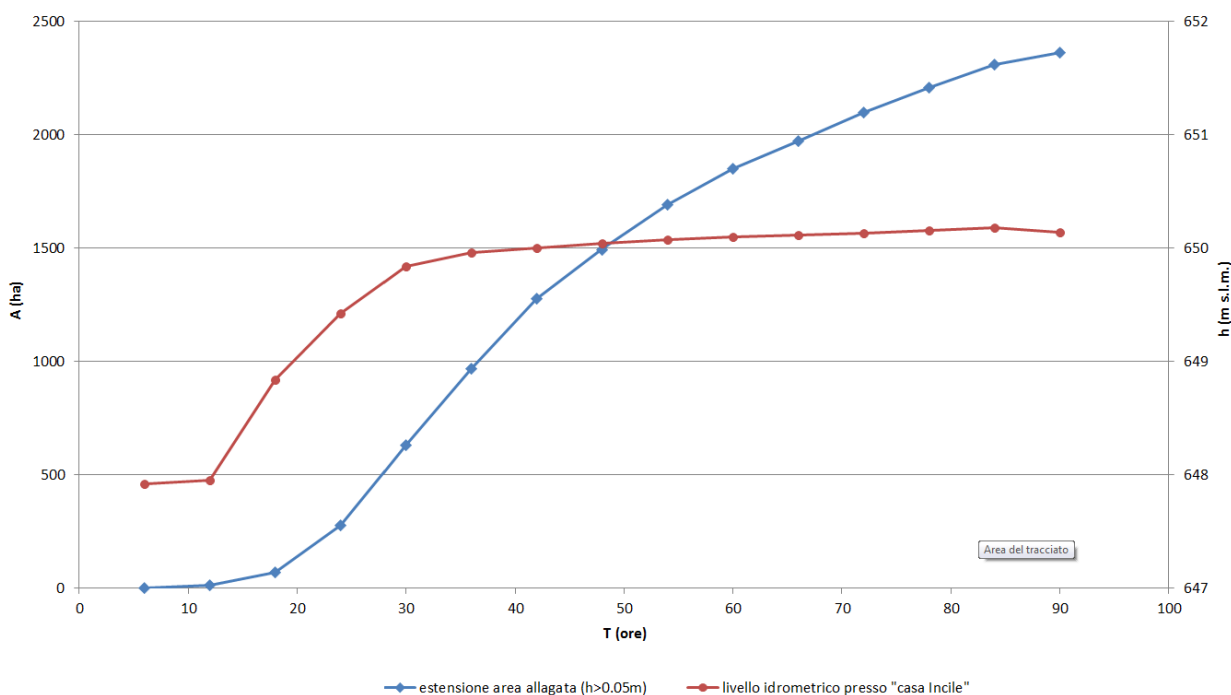


Figura 5.4 – Variazione dell'estensione dell'area allagata e del livello idrometrico a Casa Incile nel tempo.