

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO DELL' AMBIENTE
Servizio 3 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

All. A. 21 - Bacino Idrografico del Fiume Magazzolo (062)



Monografia di Bacino

Novembre 2015

PREMESSA

La presente relazione illustra gli esiti dell'attività conoscitiva e di pianificazione delle misure di gestione del rischio alluvioni nel bacino idrografico del F. Magazzolo (062) e dell'Area Territoriale tra il Bacino del F. Platani ed il F. Magazzolo.

La definizione delle misure è stata effettuata con riferimento agli obiettivi e priorità individuate nella Relazione Generale da intendersi completamente richiamata, e sulla base dell'analisi degli elementi esposti nelle aree di pericolosità individuate nelle mappe di pericolosità adottate in attuazione della direttiva della Commissione Europea 2007/60 e del del D.Lgs. 49/2010.

Le mappe adottate con Deliberazione della Giunta Regionale 349 del 13 ottobre 2010 sono state pubblicate sul sito internet http://www.artasicilia.eu/old_site/web/bacini_idrografici appositamente attivato ove sono consultabili tutti i documenti anche la presente relazione e la Relazione Generale.

Il presente Piano si compone quindi della presente relazione, della Relazione Generale, delle mappe di pericolosità e di rischio prima richiamate, della monografia “*Opere principali nel corso d’acqua e risultati delle verifiche idrauliche*” e dell’”*Elenco delle aree da studiare per l’aggiornamento delle mappe*”.

La pianificazione è stata svolta sulla base del quadro conoscitivo sviluppato e definito secondo le indicazioni stabilite dalla Direttiva 2007/60 e ribadite all’art. 7 comma 4 del D.L.gs 49/2010, tenendo conto dei rischi nelle aree di pericolosità in relazione alle categorie di elementi esposti indicati dall’art. 5 del D.L.gs 49/2010.

Il quadro conoscitivo è stato altresì elaborato a partire dalle informazioni e studi definiti nell’ambito del Piano per l’Assetto idrogeologico e gli esiti degli studi idrologici e idraulici condotti nell’ambito del PAI vigente per quelle aree per le quali gli stessi studi sono stati ritenuti coerenti con le metodologie previste dalla Direttiva 2007/60 e dal D.Lgs 49/2010.

INQUADRAMENTO GENERALE

1 AMBIENTE FISICO

1.1 Inquadramento geografico e amministrativo

Il bacino idrografico del Fiume Magazzolo e l'adiacente area sono localizzati nel versante meridionale della Sicilia ed occupano una superficie complessiva di circa 231,39 Km², interessando il territorio comunale di Agrigento e Palermo. Il distretto idrografico considerato è compreso tra il bacino del Fiume Verdura nella porzione settentrionale ed occidentale e del Fiume Platani ad oriente. Il corso d'acqua principale, ossia il Fiume Magazzolo, trae origine dalle pendici di M. Castelluzzo, nei pressi di Portella del Muro a 800 m.s.l.m., nel territorio comunale di S. Stefano di Quisquina. Esso è generato nella sua parte settentrionale dalla confluenza di due Valloni denominati rispettivamente: Vallone Acque Bianche (nei pressi del territorio comunale di Bivona) e Vallone Calappio (nei pressi del territorio comunale di S. Stefano di Quisquina). Essi confluiscono nei pressi della diga Castello, in territorio comunale di Bivona, per poi diventare Fiume Magazzolo e sfociare nel Mar Mediterraneo. Lungo il suo corso verso la foce, il Fiume Magazzolo riceve in destra idrografica le acque del Vallone Gebbia, che nasce in territorio comunale di Palazzo Adriano, e le acque del Vallone Giangolaro, che nasce in territorio comunale di Ribera.

Lungo la linea di spartiacque, in un contesto prevalentemente di tipo collinare e montuoso, i rilievi che superano la quota di 1000 m.s.l.m. si registrano soltanto nella porzione settentrionale del bacino in esame, ossia in corrispondenza degli affioramenti montuosi appartenenti al sistema montuoso dei Monti Sicani. Le cime più elevate si raggiungono nelle seguenti località:

- Monte Rose (1430 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Monte Pernice (1373, 3 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Piano della Fiera (1360,4 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Pizzo S. Filippo (1356, 7 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Portella della Spagnola (1334,3 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Pizzo Kadera (1184,2 m s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Serra di Quisquina (1158,6 m s.l.m.) nel territorio comunale di Castronovo di Sicilia;
- Serra della Moneta (1157,6 m s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina;
- Serra di Biondo (1137,4 m s.l.m.) nel territorio comunale di Burgio;
- Portella di Gebbia (1066,0 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Palazzo Adriano;
- Portella del Muro (1010,8 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina;
- Portella Cicala (983,5 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina;
- Serra Mannerazzo (982,8 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina;
- Pizzo Castellazzo (974, 3 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Burgio;

- Rocca del Trono (664,1 m s.l.m.) nel territorio comunale di Lucca Sicula;
- Pizzo Alto (633,6 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Pizzo della Rocca (595,9 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Bivona;
- Portella Caterina (550 m s.l.m.) nel territorio comunale di Lucca Sicula;
- Cozzo Musiti (407,7 m.s.l.m.) nel territorio comunale di Calamonaci.

Dal punto di vista amministrativo, il distretto in esame si sviluppa nei territori delle Province di Agrigento e Palermo e comprende un totale di 8 territori comunali (Alessandria della Rocca, Bivona, Calamonaci, Castronovo di Sicilia, Lucca Sicula, Palazzo Adriano, Ribera, Santo Stefano di Quisquina). I centri abitati inclusi all'interno di tale territorio sono quelli di Alessandria della Rocca, Bivona, Borgo Bonsignore (fraz. Di Ribera), Santo Stefano di Quisquina.

L'Area Intermedia compresa fra il bacino del Fiume Platani ad Est e del Fiume Magazzolo ad Ovest, occupa una superficie complessiva di 7,44 kmq.

In questo settore si sviluppano reticoli idrografici di modesta entità che confluiscono nel Mar Mediterraneo; inoltre sono presenti modeste incisioni che non superano i 150 m.s.l.m. (Pizzi della Croce 130 m s.l.m.). Da un punto di vista amministrativo, l'area intermedia appartiene al comune di Ribera.

Le principali infrastrutture di trasporto ricadenti parzialmente o interamente all'interno delle aree studiate sono le seguenti:

- Strada Statale n. 115 (Sud-occidentale Sicula);
- Strada Statale n. 118 (Corleonese - Agrigentina);
- Numerose strade provinciali (SP 57, SP 61, SP 24, SP 34, SP 35);
- Numerose altre strade;
- Diversi tratti delle reti di acquedotti, metanodotti, elettrodotti.

Nelle aree studiate, inoltre, ricadono:

- Numerosi siti archeologici, come quello in località Pizzo di Canalicchio ricadente nel territorio comunale di Lucca Sicula e in C.da Torres, in territorio comunale di Palazzo Adriano. Nel primo sito sono presenti strutture murarie a secco di forma ovoidale e tracce di insediamento indigeno, con frequentazioni in età ellenistica e medievale, ricadenti nel bacino della facies culturale di Castelluccio. In Contrada Torres sono presenti delle tombe scavate nella roccia riferibili ad età tardo antica. Sempre in territorio comunale di Lucca Sicula, in località Rocca del Trono, è presente un'area archeologica caratterizzata dal ritrovamento di ceramica acroma a pareti corrugate di età tardo antica.
- SIC "S. Adriano" codice ITA020025;
- SIC "M. Matassaro, M. Gradara, M. Signora" codice ITA020030;
- SIC "Boschi di Granza" codice ITA020032;
- SIC "Pizzo della Rondine, Bosco di S. Stefano di Quisquina" codice ITA040007;

- SIC “Foce del Magazzolo e Foce el Fiume Platani, Capo Bianco, Torre Salsa” codice ITA040003;
- Riserva Naturale “Monti di Palazzo Adriano e Valle del Sosio”, tipologia R.N.O., gestita dal FF.DD., zona A , istituita nel 1997 - n. 481/44 del 25/07/1997;
- Riserva Naturale “Foce del Fiume Platani”, codice PA21 tipologia R.N.O., gestita dal FF.DD., zona A - B, istituita nel 1984 - n. 216/44 del 4/07/1984.

Dal punto di vista cartografico il bacino del Fiume Magazzolo e dell’area territoriale tra il F. Platani ed il Fiume Magazzolo ricadono nei seguenti Fogli I.G.M. in scala 1:50.000:

- F. n° 619 – Santa Margherita di Belice;
- F. n° 620 – Lercara Friddi;
- F. n° 628 – Sciacca;
- F. n° 629 – Aragona;
- F. n° 635 – Capo Bianco e Isole Pelagie ;

Le 17 sezioni C.T.R. in scala 1:10.000 in cui sono comprese le aree in studio risultano le seguenti:

- 619160 “Burgio”
- 620090 “Palazzo Adriano”
- 620100 “Filaga”
- 620130 “Pizzo di Gallinaro”
- 620140 “S. Stefano di Quisquina”
- 620150 “Pizzo della Rondine”
- 628040 “Lucca Sicula”;
- 628080 “Ribera”;
- 628110 “Torre Macauda”;
- 628120 “Ribera Sud”;
- 628150 “Secca Grande”;
- 628160 “Borgo Bonsignore”;
- 629010 “Monte S. Nicola”;
- 629020 “Alessandria della Rocca”;
- 629050 “Pizzo Raiata”;
- 629090 “Monte Sara”;
- 635040 “Eraclea”.

In Tabella 1.1 si riporta l’elenco dei comuni ricadenti all’interno dell’area in esame; il numero di residenti in ciascuno dei suddetti comuni si riferisce ai dati ISTAT relativi all’anno 2011, mentre i dati che riguardano l’estensione dei territori comunali sono relativi alla superficie totale e alla porzione di tali territori che ricade all’interno dell’area, calcolati sulla base della informatizzazione realizzata specificamente per il P.A.I.

Tabella 1.1 - Territori comunali ricadenti nel Bacino Idrografico del Fiume Magazzolo e nell'Area Territoriale tra il Bacino del F. Platani ed il F. Magazzolo

COMUNE	RESIDENTI (Dati ISTAT 2011)	BACINO AREE TERRITORIALI	AREE			Centro abitato ricadente nel bacino e nelle aree territoriali
			A _{Tot} [km ²]	A _{nel bac. (area)}	A _{nel bac. (area)/} A _{Tot} [%]	
Alessandria della Rocca (AG)	3118	F. Magazzolo	62,12	15,79	25,41	SI
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Bivona (AG)	3882	F. Magazzolo	88,53	69,18	78,14	SI
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Calamonaci (AG)	1375	F. Magazzolo	32,64	12,03	36,85	NO
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Castronovo di Sicilia (PA)	3175	F. Magazzolo	200,28	0,03	0,014	NO
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Lucca Sicula (AG)	1917	F. Magazzolo	18,44	13,79	74,78	NO
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Palazzo Adriano (PA)	2227	F. Magazzolo	129,61	52,7	40,66	NO
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
Ribera (AG)	19302	F. Magazzolo	118,36	39,39	33,27	SI
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		7,4	6,25	SI (Borgo Bonsignore)
Santo Stefano di Quisquina (AG)	4897	F. Magazzolo	85,48	20,99	24,55	SI
		Area Territoriale tra F. Platani e F. Magazzolo		-	-	NO
TOTALI	39.893	-	617,1	231,3	37,48%	4

1.1.1 - Il bacino idrografico del Fiume Magazzolo (062)

Il bacino in esame ha una superficie complessiva di circa 231,39 Km², assume una forma stretta e allungata in direzione NNE-SSW con chiusura verso il Mar Mediterraneo, sfociando il suo corso principale nel tratto costiero presso il centro abitato di Ribera e della frazione di Borgo Bonsignore.

I bacini idrografici con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti:

nel settore settentrionale:

- Bacino Fiume Verdura;

nel settore orientale:

- area territoriale tra i Bacini del Fiume Platani e del Fiume Magazzolo;
- Bacino del Fiume Platani;

nel settore meridionale:

- area territoriale tra i Bacini del Fiume Magazzolo e del Fiume Verdura;

nel settore occidentale:

- Bacino Fiume Verdura.

Lo spartiacque principale, che delimita il bacino in esame dal bacino del Fiume Verdura, segue nel settore settentrionale il crinale dei Monti Sicani, assumendo un andamento generale NE-SW tra Pizzo Gallinaro (1216,6 metri s.l.m.), appartenente ai Monti di Palazzo Adriano per tutto il Piano delle Fontane con quote intorno ai 1200 metri s.l.m., Cozzo di Pietra Fucile (1152,8 metri s.l.m.) e Portella di Gebbia (1066 metri s.l.m.), Piano della Fiera con quote intorno ai 1350 metri s.l.m., Monte Rose con 1420 metri s.l.m., Monte Pernice (1373,3 metri s.l.m.), Pizzo S. Filippo (1356,7 metri s.l.m.), Pizzo Kadera (1184,2 metri s.l.m.), Serra Mannerazza con rilievi che raggiungono circa i 1000 metri s.l.m. .

Lo spartiacque orientale, così come quello occidentale, ha un andamento NNE-SSW; dopo aver costeggiato il centro abitato di Santo Stefano di Quisquina, e delimitato la riserva regionale naturale di Monte Cammarata, digrada verso Sud, interessando il terrazzo marino nei pressi di C.da Giardinello, dove è ubicato Borgo Bonsignore, (frazione di Ribera).

Ad occidente lo spartiacque segue il rilievo montuoso originato dai sovrascorrimenti tettonici delle Unità stratigrafico strutturali Sicane, attraversando i rilievi montuosi di C.da Trono (650 metri s.l.m.) ricadenti in territorio comunale di Palazzo Adriano e di Portella Caterina (550 metri s.l.m.) in territorio comunale di Lucca Sicula.

Dal punto di vista amministrativo, l'area si sviluppa nel territorio delle Province di Agrigento (Alessandria della Rocca, Bivona, Calamonaci, Lucca Sicula, Ribera e Santo Stefano di Quisquina) e Palermo (Castronovo di Sicilia, Palazzo Adriano), comprendendo un totale di 8 territori comunali. I centri abitati compresi all'interno dell'area sono quelli di Alessandria della Rocca, Bivona, Borgo Bonsignore (frazione di Ribera), Santo Stefano di Quisquina.

1.1.2 - L'area territoriale tra il Bacino del Fiume Platani ed il Fiume Magazzolo

L'area compresa tra i bacini del Fiume Platani e del Fiume Magazzolo ha una superficie complessiva di circa 7,44 Km², estendendosi dal punto di intersezione degli spartiacque principali dei suddetti fiumi, ubicato nei pressi di Pizzi della Croce (130,4 metri s.l.m.) per poi digradare verso il Mar Mediterraneo, con andamento NE – SW fino a sfociare nel Mar Mediterraneo, nei pressi della foce del Fiume Platani.

Tale area assume una forma approssimativamente triangolare; al suo interno non si originano bacini idrografici secondari di un certo interesse; i rilievi orografici attraversati non superano i 150 metri s.l.m. in quanto trattasi di terrazzi marini.

Dal punto di vista amministrativo, l'area si sviluppa nel territorio della Provincia di Agrigento (Borgo Bonsignore, frazione del Comune di Ribera). I centri abitati compresi all'interno dell'area sono quelli di Alessandria della Rocca, Bivona, Borgo Bonsignore (frazione di Ribera), Santo Stefano di Quisquina.

1.2 Morfologia

L'area in esame ricade nel versante meridionale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Sicani. Il paesaggio sicano presenta una morfologia decisamente aspra e accidentata al confine tra il territorio comunale di Palazzo Adriano e Bivona nei pressi di Capraria e Monte Pernice, dove si evidenziano strette valli, con versanti accidentati, incisi da talweg brevi e a notevole pendenza, che costituiscono gli affluenti dell'asta primaria Fiume Magazzolo, particolarmente attive ed in avanzata erosione. Anche in sinistra orografica del fiume Magazzolo, tra il territorio comunale di Bivona e Santo Stefano di Quisquina, gli affluenti del Fiume Magazzolo presentano un andamento dendritico. Solo in corrispondenza dei territori comunali di Calamonaci e Ribera il fiume assume un andamento lineare sino alla sua foce con scarsi rami. Tale andamento orografico è indice di un cambiamento litologico del territorio in esame; infatti ivi affiorano terreni argillosi che determinano dei rilievi orografici che raramente raggiungono i 300 metri s.l.m..

La fascia costiera ha un andamento pressoché lineare con blande ondulazioni ed è ampia circa 0,16 Km.

1.3 Idrografia

1.3.1 Il reticolo idrografico del Fiume Magazzolo

Il bacino imbrifero del Fiume Magazzolo ricade nel versante meridionale della Sicilia, interessando soltanto i territori delle Province di Agrigento e il territorio meridionale della provincia di Palermo. Esso presenta una forma approssimativamente rettangolare, allungata secondo la direzione NNE-SSW. Le altitudini media e massima del bacino sono rispettivamente 550 e 1436 m s.l.m. (Monte Rose a NE del bacino F. Magazzolo); la quota minima 0 metri s.l.m. si registra alla foce, nel Mar Mediterraneo. L'asta principale "Fiume Magazzolo" si sviluppa per circa 35 km (34,61 km). Il bacino si estende complessivamente su una superficie di circa 223,95 kmq, con un perimetro di circa 102,71 km ed una larghezza media di 13,28 km nella porzione mediana, che si riduce a poco più di 3,26 km nel tratto a valle sino a giungere ad una dimensione media di 0,19 km lungo la foce, ossia nella porzione terminale meridionale.

Il punto più distante dalla foce è la zona Capraria dove si origina l'affluente Vallone Acque Bianche, ricadente nel territorio comunale di Bivona, che si trova ad una distanza di circa 34,61 Km dalla foce, con direzione N – S, per poi, assumere direzione NNE – SSW allorché le sue acque confluiscono nel ramo principale del Fiume Magazzolo. Il punto sorgente del ramo principale "Vallone Acque Bianche", in destra orografica, si trova ad una quota di circa 1250 metri s.l.m. ed è

localizzato presso Piana della Fiera con rilievi orografici di circa 1350 metri s.l.m.. Esso presenta una lunghezza complessiva di circa 4,136 km e una pendenza media del 17,40 %. Il corso d'acqua trae origine in destra orografica da Piano delle Fontane (in territorio comunale di Palazzo Adriano) da dove si origina il Vallone Godrarone, e Vallone di Gebbia, e da Piano della Fiera da cui trae origine il Vallone Acque Bianche in territorio comunale di Bivona. In sinistra orografica gli affluenti principali nascono in territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina, con il Vallone Calaprio a quota 910 metri s.l.m. nei pressi di Portella Cicala, che ha una lunghezza totale di 4.04 km, e che dopo aver ricevuto le acque del Vallone Lordo (lunghezza totale di circa 1,33 km, confluisce nell'asta principale del Fiume Magazzolo, in territorio comunale di Bivona. Nella zona centrale del bacino, il corso d'acqua riceve, in sinistra idrografica, le acque del Vallone Caldo e del Vallone Fretti che, in località di Alessandria della Rocca, confluisce con il Vallone Caldo e prosegue sino a sfociare nel Mar Mediterraneo dopo aver attraversato i territori comunali di Calamonaci e Ribera. In destra orografica l'asta principale riceve le acque dei Vallone Santa Margherita, Vallone Gebbia con i suoi rami secondari (Vallone della Botte) e Vallone Giangolaro. Infine si ricorda il Vallone Salito Bis, affluente quest'ultimo del Vallone Acque Bianche.

Il reticolo idrografico superficiale si presenta ben articolato e gerarchizzato: nel tratto montano del bacino, i rami fluviali secondari (Vallone Acque Bianche, Vallone Salito Bis, Vallone Santa Margherita) disegnano in pianta un pattern idrografico dendritico e sub-dendritico; nel tratto mediano, in corrispondenza del Fiume Magazzolo il reticolo idrografico assume un andamento rettilineo con direzione NE – SW con tendenza meandriforme soltanto in territorio comunale di Ribera e in prossimità della foce; in corrispondenza di Contrada Giardinello, a causa delle basse pendenze orografiche (50 metri s.l.m.), e in corrispondenza di affioramenti di terreni prevalentemente argillosi con lembi marnosi. Nel tratto vallivo e per l'esattezza nel settore orientale in territorio comunale di Ribera gli affluenti secondari originatisi in località Monte del Ferrio e Monte di Cugino, divengono nuovamente ramificati, ma con incisioni a solchi poco profondi.

Tutti i corsi d'acqua presentano un regime idrologico marcatamente torrentizio, con deflussi superficiali, nei periodi asciutti, di modesta entità o del tutto assenti. Solo la parte valliva del reticolo idrografico, a causa delle maggiori pendenze, origina, nei mesi autunnali e invernali, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, dei deflussi di una certa entità, generando occasionali fenomeni di esondazione, in corrispondenza della foce.

L'asta principale

La rete idrografica è caratterizzata da un'asta principale, che assume la denominazione di "Vallone Acque Bianche", dal punto sorgente fino alla confluenza di "Vallone Margherita" ad una quota di circa 363,8 metri s.l.m., per poi, dopo aver ricevuto le acque del Vallone Salito Bis congiungersi con "Fiume Magazzolo" nel tratto mediano, fino alla foce.

Gli affluenti principali

Gli affluenti secondari tributari di sinistra sono:

- il Vallone Calaprio, che trova origine tra Serra Mannera e Portella Cicala a quota 910 metri s.l.m. e confluisce nel collettore Vallone Lordo nei pressi di C.da Colonne ad una quota di 412,8 metri s.l.m.;

- il Vallone Lordo, che drena il versante ad oriente del bacino nei pressi di Portella del Muro a quota 800 metri s.l.m. e confluisce, con il Vallone Magazzolo, nei pressi del Mulino Magazzolo a S-E del centro abitato di Bivona;
- il Vallone Caldo, con i suoi affluenti montani Vallone Fretti.

1.4 Uso del suolo

Per quanto concerne le caratteristiche di utilizzazione del suolo dell'area in studio ci si è avvalsi dei provenienti i dati della Corine Land Cover (CLC) descrivendoli fino al III livello.

Generalmente, il quadro vegetazionale del bacino del Fiume Magazzolo e area adiacente tra il Fiume Magazzolo e il Fiume Platani, si presenta abbastanza diversificato e si caratterizza per la dominanza nel paesaggio agrario delle aree coltivate a legnose agrarie miste (mandorlo, olivo e fruttiferi vari) e a seminativi.

Le aree urbanizzate a tessuto denso, con annesse numerose contrade, interessano interamente i centri abitati dei comuni di Alessandria della Rocca, Bivona, parte del centro abitato di Ribera e Santo Stefano di Quisquina; esse occupano una percentuale alquanto modesta del bacino e dell'area limitrofa. Il paesaggio agrario conquista la percentuale più vasta nel resto del territorio in esame con il 21,70% per “*Seminativi in aree non irrigue*”.

Le coltivazioni più diffuse sono attribuibili alle seguenti tipologie colturali:

- **Seminativi in aree non irrigue.** - I seminativi (grano spesso posto in rotazione con il melone giallo, leguminose da granella e foraggiere varie) sono diffusi a macchia di leopardo soprattutto nelle aree più interne del territorio e occupano i terreni a matrice prevalentemente argillosa, ove spesso è deficitaria la disponibilità idrica per l'irrigazione.
- **Oliveto.** - Aree olivetate di una certa importanza si rinvengono principalmente nei comuni di Bivona, Lucca Sicula e Ribera.
- **Frutteti e frutti minori.** - Si riscontra principalmente nelle aree irrigue del territorio di Ribera e Lucca Sicula. Le specie più diffuse sono le arance del gruppo Navel e in misura minore i clementini, i limoni e i mandarini.
- **Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.** - Si riscontra prevalentemente nella porzione centro-meridionale del bacino, in aree piuttosto limitate, nei comuni di Bivona, Calomonaci e Ribera.
- **Boschi.** Delle aree rimboschite con conifere si riscontrano nei comuni di Bivona, Santo Stefano Quisquina e Ribera. Un'area boscata con latifoglie si riscontra nel territorio del comune di Palazzo Adriano.

A ridosso dei corsi d'acqua (zone umide) cresce e si sviluppa una ricca vegetazione ripariale.

Nella tabella 1.2 engono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del Bacino del Fiume Magazzolo, ricavate dai dati estrapolati dalla “Carta dell'uso del suolo” (1994) della Corine Land Cover (CLC)

Tab. 1.2 Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0,72
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,28
1.3.1. Aree estrattive	0,58
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1. Seminativi	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	21,70
2.2.1. Vigneti	3,74
2.2.2. Frutteti e frutti minori	14,91
2.2.3. Oliveti	19,42
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	1,46
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	4,49
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	13,11
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1. Zone boscate	
3.1.1. Boschi di latifoglie	1,49
3.1.2. Boschi di conifere	3,23
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	1,06
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	3,32
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	10,20
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0,01
3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0,01
5. CORPI IDRICI	
5.1.2. Bacini d'acqua	0,28

1.5 Cenni di climatologia

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore meridionale della Sicilia nel quale ricade il bacino idrografico del Fiume Magazzolo e l'area territoriale adiacente, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

Per definire il microclima del settore in cui ricade il bacino idrografico in esame, sono stati considerati gli elementi climatici Temperatura e Precipitazioni, registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia all'interno del distretto idrografico in esame che più prossime ad esso, ma hanno sicuramente una loro influenza anche altri fattori quali la copertura vegetale, l'esposizione dei versanti, la direzione prevalente dei venti, la distanza dal mare.

Tra i diversi metodi di classificazione climatica, quelli di De Martonne e Thornthwaite risultano essere i più adatti ad esprimere i caratteri climatici del territorio considerato.

In particolare secondo la classificazione di De Martonne il clima dell'area è semiarido nella porzione meridionale e lungo la costa; e temperato caldo nella parte centrale e settentrionale, sino a diventare temperato umido ad una quota superiore agli 850 metri s.l.m.. Secondo la classificazione di Thornthwaite il clima è semiarido nella fascia altimetrica compresa tra il livello del mare e 200 metri s.l.m., e asciutto - subumido, sino a quote superiori ai 980 metri s.l.m. e subumido - umido ad una quota di 1350 metri s.l.m..

1.5.1 Stazioni

I regimi termometrico e pluviometrico dell'area sono stati desunti utilizzando i dati registrati dalle stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate sia all'interno del distretto idrografico che quelle più prossime ad esso, prendendo in considerazione il trentennio 1965-1994 sulla base dei dati pubblicati dall'Ufficio Idrografico della Regione Siciliana.

In Tabella 1.3 sono riportate le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del distretto idrografico in esame.

Tab. 1.3 - Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche interne o limitrofe al territorio in esame.

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
Bivona	1965 - 1994	termo - pluviometro	503	4164314	2381670
Pian del Leone	1965 - 1994	termo - pluviometro	831	4169814	2384703
Ribera	1965 - 1994	Pluviometro	230	4151627	2366721

All'interno dell'area in esame ricade la stazione termopluviometrica di Bivona e pluviometrica di Ribera, mentre la stazione pluviometrica di Pian del Leone è ubicata esternamente. Essa è stata considerata, in quanto la più prossima all'area.

1.5.2 Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni termo-pluviometriche di Bivona e Pian del Leone.

I valori medi della temperatura sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tab. 1.4 - Temperatura media mensile in gradi Celsius, per il periodo di osservazione 1965-1994.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Bivona	9	9,6	11,4	14,1	19,2	23,6	26,3	26,2	22,8	18,7	13,5	10,2	204,60
Pian del Leone	6,5	6,9	8,6	11,3	15,5	19,2	22	22,6	19,8	15,6	11	7,6	166,60

Il regime termometrico nel versante mediterraneo della Sicilia meridionale e, più in particolare, dell'area in esame è tale da determinare l'aggregazione del territorio in otto fasce, corrispondenti a diversi valori della temperatura media annuale. In generale la distribuzione delle temperature è condizionata dall'altitudine e dalla presenza del mare. Si distingue, alle quote più basse, una fascia costiera con valori di T_m pari a 18-19 °C, una fascia intermedia con T_m di 17-18 °C ed una fascia più interna con orientazione N – NE nei pressi dei centri abitati di Bivona e Santo

Stefano di Quisquina ed Alessandria della Rocca e parte del territorio comunale di Palazzo Adriano con una T_m pari a 16-17 °C ; una quarta fascia in corrispondenza delle quote più elevate (900 m.s.l.m.) con T_m di 15-16 °C, una quinta fascia in corrispondenza dei Monti di Palazzo Adriano con T_m pari a 14-15 °C T_m , una sesta fascia con T_m pari a 13-14 °C ed una settima fascia con T_m pari a 12-13 °C in corrispondenza di Piano delle Fontane e Pizzo Mondello ed un'ottava fascia con T_m pari a 11-12 °C in corrispondenza di Pizzo della Fiera.

In base al range di valori assunti dalla temperatura media annuale, è quindi possibile distinguere il clima della fascia costiera e intermedia come semiarido nel periodo compreso tra i mesi di giugno e settembre, mentre nella fascia più interna il clima è temperato caldo sino a diventare temperato umido nelle zone montane. I mesi più freddi risultano essere gennaio e febbraio, quelli più caldi sono luglio e agosto.

L'escursione termica media annua è di 18 -19 °C nella fascia settentrionale e si riduce a circa 13 -14 °C nella fascia costiera, in seguito all'effetto di mitigazione climatica operato dal Mar Mediterraneo alle quote più basse. Tale effetto si ripercuote anche sui valori estremi e più precisamente: nella fascia costiera i valori medi delle temperature minime sono di circa 9 °C, mentre alle quote superiori ai 1250 metri s.l.m. valori medi delle temperature minime sono di circa -1 °C. Nel resto del bacino idrografico i valori medi delle temperature minime oscillano tra i 7°C nella zona centrale riducendosi man mano sino a valori compresi tra i 5°C e i 3°C ed 1°C

I valori medi delle temperature massime nella zona di costa, come anche nella fascia altimetrica compresa tra i 940 metri ed i 1050 metri s.l.m., oscillano tra i 28° C ed i 30 °C, nella fascia altimetrica tra i 200 metri ed i 450 metri s.l.m. i valori medi subiscono un incremento oscillando tra i 32° C ed i 34 °C.

1.5.3 Regime pluviometrico

Le precipitazioni medie nell'area in esame oscillano in un range compreso tra i 500 – 600 mm nell'area costiera e centrale, in corrispondenza delle fasce ove si registra un clima semiarido e temperato caldo secondo la classifica di De Martonne; in un range tra 600 – 700 in corrispondenza di un clima temperato caldo e in un range tra 700 – 800 in corrispondenza della fascia temperata umida, sempre secondo la classifica operata da De Martonne.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle stazioni pluviometriche ricadenti sia all'interno del distretto idrografico considerato (Bivona, Ribera) ma anche di quella più prossima (Pian del Leone).

I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994 sono riportati nella tabella 1.5

Tab. 1.5 - Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Bivona	120,5	107,1	82,2	65,6	31,3	10,5	3,3	16,1	45,8	88,7	93	123,7	65,65
Pian del Leone	114,2	87,9	77,1	68	30,3	10,9	7,8	19,9	42,8	84,5	99,2	120,6	63,60
Ribera	45,8	62,3	51,9	37,9	20,5	4,7	6,8	8,9	32,3	93,1	72,3	84,3	43,40

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello autunno- invernale, con i mesi di ottobre, dicembre e gennaio più piovosi rispetto ai mesi di novembre, febbraio e marzo; nei restanti mesi le precipitazioni sono medie ad eccezione del mese di luglio, che risultano scarse.

Le precipitazioni di massima intensità si registrano soprattutto nel mese di dicembre.

2 CRITICITÀ ESISTENTI

All'interno del bacino in esame sono presenti situazioni di criticità idraulica il cui grado di approfondimento delle informazioni a disposizione, allo stato attuale, non ne ha permesso la rappresentazione nelle mappe della pericolosità e rischio idraulico redatte secondo le indicazioni dell'art.6 del D.lgs. 49/2010.

Le suddette aree costituiscono il quadro di valutazione preliminare del rischio nel bacino, sono in parte catalogate nel Censimento dissesti *DB Eventi Sicilia* predisposto dal Servizio 3 /DRA mentre la rimanente parte è costituita dai *“siti d'attenzione”* e dalle aree classificate a *pericolosità idraulica non derivanti da studi idraulici* censite nel PAI vigente.

Per tali aree il Piano prevede di procedere con gli studi di aggiornamento e approfondimento per completare le valutazioni necessarie e/o per produrre i livelli informativi stabiliti dalla normativa. Inoltre al fine di integrare i PAI vigenti relativamente ai corsi d'acqua e ambiti territoriali o nuove aree soggette a fenomeni di allagamento così come definiti all'art. 2 del Decreto Legislativo n° 49/2010, si provvederà, ove non fossero al momento disponibili studi che ne consentano di definire il livello di pericolosità, ad attivare in concerto con gli Enti istituzionalmente preposti tutte le misure di precauzione necessarie a garantire un adeguato livello di sicurezza. Al pari delle altre aree per le quali non è definito un livello di pericolosità verrà definito un programma di studi di approfondimento necessario per la individuazione della pericolosità e rischio in conformità a quanto previsto dalla Direttiva.

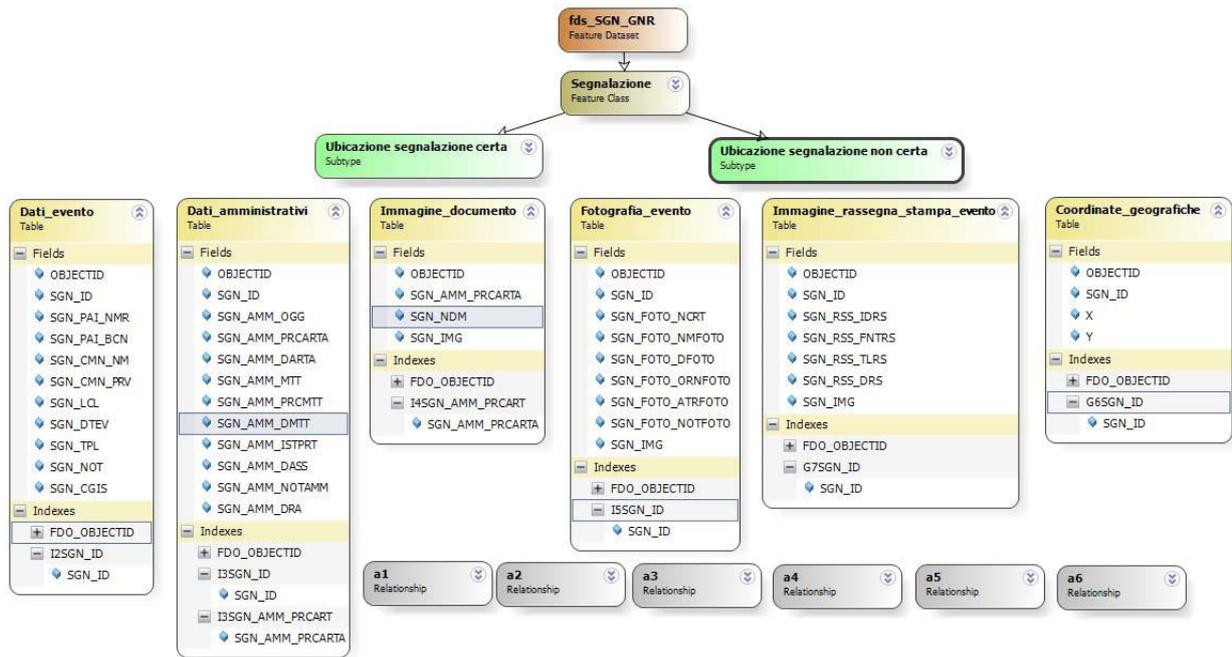
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

Il Catasto degli eventi è la fonte da cui sono rintracciabili le informazioni sulla collocazione spaziale e temporale degli eventi di piena nonché delle conseguenze avverse ad esse associate.

Il catasto degli eventi è stato implementato nell'ambito della realizzazione del Database “DB Eventi Sicilia.gdb”. Esso consiste nel censimento dei luoghi storicamente colpiti da eventi idraulici (esondazioni ed alluvionamenti). L'archivio raccoglie informazioni storiche relative agli eventi a partire dall'anno 2007 avvenute in Sicilia. L'archivio contiene allo stato attuale oltre 433 informazioni inerenti ad eventi idraulici. Le informazioni si riferiscono a dati provenienti da fonti di Rassegna Stampa, Comuni Siciliani e dati della Protezione Civile Regionale. I dati inseriti possono essere analizzati ed interrogati con i temi e gli elementi di base direttamente importati nel GIS, anche tramite query pre-impostate, generando così nuove informazioni in funzione di specifiche problematiche ed esigenze. Nel seguito è descritta la struttura del geodatabase e le informazioni contenute.

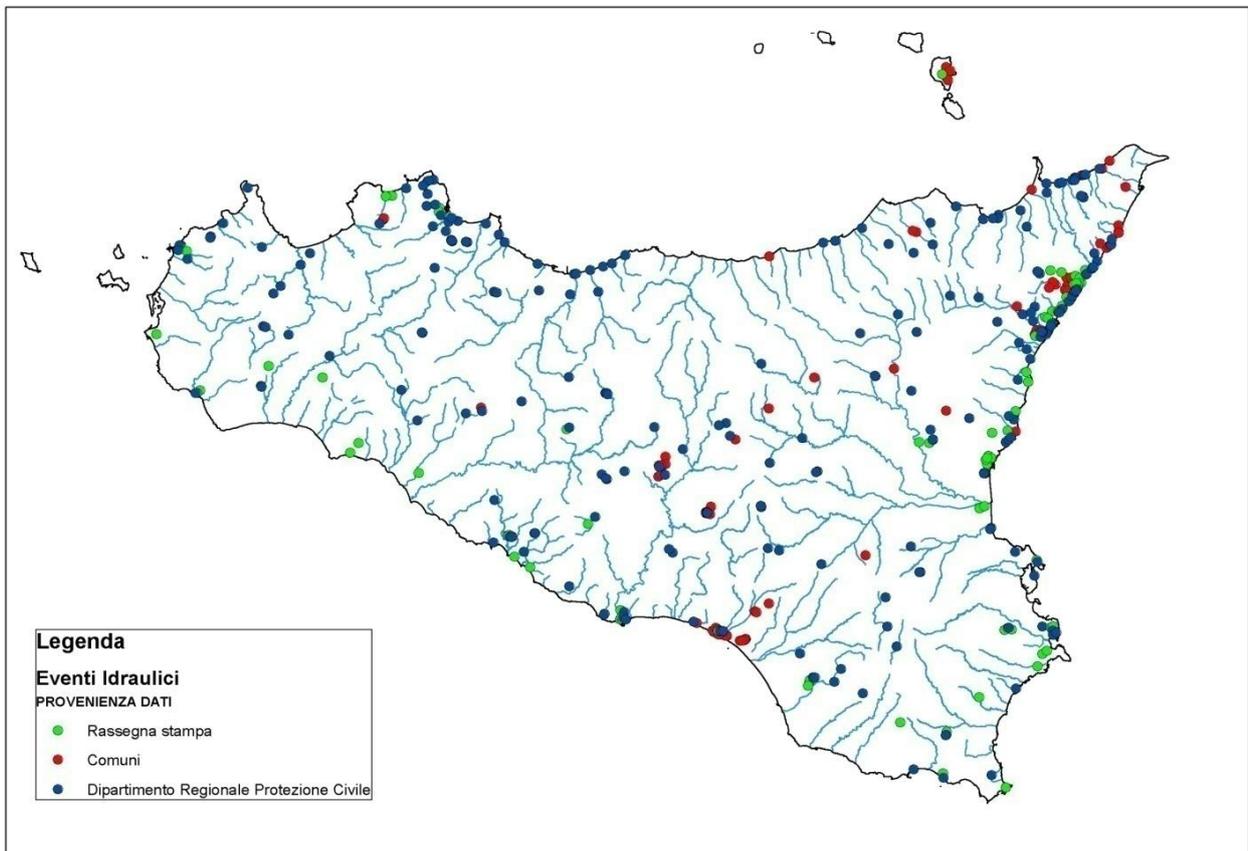
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Fig. 2.1- Struttura DB Eventi Sicilia e informazioni contenute



Nella Fig. 2.2 è invece riportata la distribuzione territoriale degli eventi idraulici inseriti nel geodatabase:

Fig. 2.2 - Distribuzione territoriale degli eventi idraulici



Nella Tab. 2.1 sono elencati i dissesti presenti nel censimento DB Eventi Sicilia e ricadenti nel bacino del F. Magazzolo.

Tab. 2.1 Dissesti DB Sicilia ricadenti nel bacino del F. Magazzolo.

	CODICE IDENTIFICATIVO SEGNALAZIONE	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'	DATA EVENTO	DESCRIZIONE
1	EI-062-1SS-001	Agrigento	S. Stefano Quisquina (AG)	Centro Abitato		
2	FS-EI-03,50,13	Agrigento	Ribera (AG)	Territorio Comunale		Informazione derivante da fonti di stampa
3	PC-EI-062-1BI-001	Agrigento	Bivona (AG)	Territorio Comunale	22/01/2009	Allagamenti – problemi alla pubblica e privata incolumità.
4	PC-EI-062-1SS-001	Agrigento	S. Stefano Quisquina (AG)	C.DA Morticelli	20/01/2009	Allagamenti e trasporto materiale solido lungo la strada.

2.2 Siti d'attenzione, pericolosità e rischio idraulico non studiati

I *siti d'attenzione* sono aree cartografate e censite nel PAI nelle quali occorre approfondire il livello delle conoscenze geomorfologiche e idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da opportune indagini.

Le criticità idrauliche presenti nel bacino idrografico in esame sono anche rappresentate da tutte quelle aree e classificate nei PAI vigenti con un grado di pericolosità e/o un livello di rischio e censite a seguito di eventi alluvionali accaduti o ricavate da studi le cui metodologie di esecuzione e i risultati ottenuti non sono stati ritenuti conformi ai contenuti richiesti dalla Direttiva Alluvioni.

Nella Carta della Pericolosità Idraulica n° 11 del PAI del Bacino del F. Magazzolo - CTR 629050 - è riportato un sito di attenzione per fenomeni di esondazione individuato a confine dei territori comunali di Lucca Sicula e Palazzo Adriano, lungo l'asta fluviale del V.ne Gebbia, affluente del F. Magazzolo.

Nella tabella 2.2 sono elencati i dissesti classificati come "*siti d'attenzione*" e ricadenti nel bacino idrografico del Fiume Magazzolo.

Tab. 2.2 " Siti d'attenzione" ricadenti nel bacino del F. Magazzolo.

	Codice	Comune	N° Siti di Attenzione	Località	CTR	Dentro centro abitato (Si/No)	Rischio
1	062-I-002	Tra Lucca Sicula (AG) e Palazzo Adriano (PA)	1	In corrispondenza del V.ne Gebbia, affluente del F. Magazzolo	629010 629050	NO	SI

Nel territorio comunale di Santo Stefano Quisquina si trova, inoltre, un'altra area a rischio R2 derivante dalla Revisione Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico del Comune di Burgio (D.D.G. n. 114 del 05/02/03).

Nella tabella 2.3 sono elencate le aree classificate a rischio idraulico non rispondenti dall'art.6 del D.Lgs. 49/2010.

Tab. 2.3 - Aree a rischio idraulico non conformi a art. 6 D.Lgs. 49/2010

Codice	Comune	Località	CTR	Dentro centro abitato (Si/No)	Rischio idraulico	Pericolosità
062-I-001	S. Stefano Quisquina (AG)	A sud del centro abitato	620140	SI	R2	Assente

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente studio, l'analisi territoriale del bacino del Magazzolo è stata condotta utilizzando la cartografia di base CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aereofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione del Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana.

L'individuazione degli elementi a rischio, effettuata sia sulle CTR sia sulle ortofoto più recenti, e la loro correlazione con il reticolo fluviale hanno permesso di individuare, per i manufatti di attraversamento e le opere antropiche in prossimità dell'alveo, le situazioni di potenziale rischio.

Inoltre, lo studio geomorfologico ha permesso di prendere in esame tutti gli elementi che possono ulteriormente definire le aree potenzialmente inondabili (andamento plano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc.).

Il bacino del fiume Magazzolo si estende per circa 222 Km² nel versante meridionale della Sicilia, interessando il territorio delle province di Agrigento e Palermo e può considerarsi, grazie alle numerose sorgenti ed alla presenza del massiccio dei monti Sicani (uno dei rilievi montuosi più importanti della Sicilia meridionale), sufficientemente dotato di risorse idriche. Esso si inserisce tra il bacino del Sosio Verdura ad ovest ed il bacino del Platani ad est. Il fiume Magazzolo trae origine dalle pendici di monte Castelluzzo nel territorio del Comune di Santo Stefano Quisquina. Il fiume si sviluppa per circa 36 Km e lungo il percorso attraversa il territorio dei Comuni di Santo Stefano Quisquina, Bivona, Alessandria della Rocca, Calamonaci e Ribera, per poi sfociare nel Mar Mediterraneo. L'unico affluente di una certa importanza è il vallone Gebbia (affluente in destra) che sottende un bacino di circa 54 Km². L'altitudine minima, media e massima del bacino è rispettivamente di 0,00, 466,00 e 1436,00 m s.m. L'utilizzazione prevalente del suolo è di tipo seminativo con il 76% circa del territorio interessato da prati e pascoli ed il 12% circa da colture arboree. Nel bacino del Magazzolo ha funzionato dal 1972 al 1976 una stazione idrometrica denominata Corvo. La stazione è posta a 114,00 m.s.m. e sottende un bacino di circa 198 Km² avente una altitudine media di 498,00 m.s.m. Il deflusso medio annuo, rilevato in base a 4 anni di osservazioni (dal 1971 al 1975), risulta di 164 mm (pari a 32.4 x 10⁶ m³/anno), mentre la precipitazione risulta pari a 679 mm.

Dall'analisi critica della sovrapposizione delle aree storicamente inondate con quelle potenzialmente inondabili, individuate da precedenti studi, e dall'analisi territoriale si sono localizzate le aree in cui è necessario eseguire specifiche verifiche idrauliche.

In questa sede è stata analizzata prioritariamente la seguente area:

- l'area che va dalla diga Castello fino alla foce del F. Magazzolo, in cui l'elemento a rischio prevalente è il nucleo abitato di Secca Grande ubicato in destra idraulica in prossimità della foce.

3.2 Studio Idrologico

La zona interessata dal bacino imbrifero è caratterizzata da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre invernale- primaverile (da ottobre a marzo). Le precipitazioni talvolta sono di notevole intensità (media annua di circa 500-600 mm) e possono determinare piene elevate anche se di durata relativamente breve.

Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi di tecniche proprie dei Sistemi Informativi Territoriali (G.I.S.) e di un modello di pubblico dominio, l'HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) dell'Hydrologic Engineering Center. Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni in accordo con quanto indicato nel D.L. 180/98.

La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I.. Il bacino idrografico del F. Verdura, di estensione pari a circa 438,52 km², è stato suddiviso in 7 sottobacini; per ogni sezione di chiusura dei sottobacini, sono state calcolate le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno.

Di seguito si riportano, sinteticamente, la procedura adottata ed i risultati dello studio idrologico condotto.

Lo studio è stato sviluppato in due fasi successive:

- la prima fase, definita di pre-processing, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM - Digital Elevation Model) il reticolo idrografico, i displuvi e, quindi, i limiti di bacino e dei sottobacini, ciascuno dei quali corredato dai principali parametri morfologici;
- la seconda fase, di modellazione idrologica, ha permesso di simulare mediante il modello HEC-HMS, utilizzando come dati di input quelli ottenuti nella fase precedente, i processi di afflusso-deflusso, ottenendo, infine, i valori delle massime portate al colmo di piena per i fissati tempi di ritorno in corrispondenza delle sezioni sia di chiusura dei sottobacini considerati, sia di confluenza dei sottobacini stessi con l'asta fluviale principale.

In Figura 3.1 è riportato il DEM relativo al bacino idrografico in studio compreso i limiti ed il reticolo idrografico. Le dimensioni delle celle del DEM utilizzato sono di 100x100 m. In Figura 3.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

Fig. 3.1 - DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino idrografico del Fiume Magazzolo

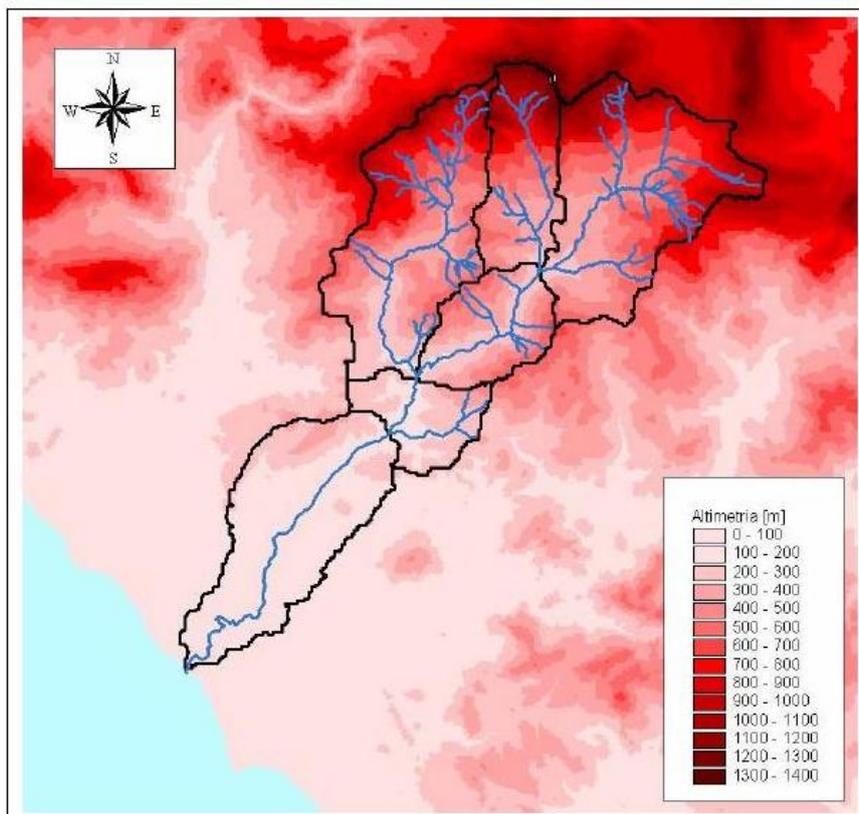
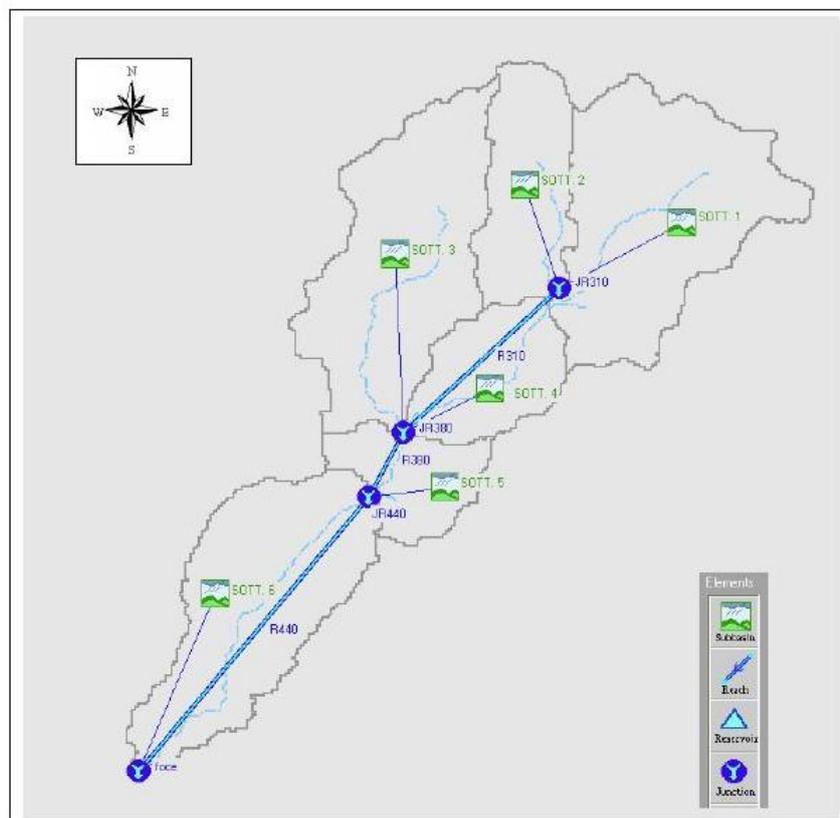


Fig. 3.2 - Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Magazzolo utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena



Lo studio effettuato è stato articolato in tre fasi:

1. *Studio della piovosità.*

E' stato condotto uno studio delle piogge al fine di calcolare i parametri statistici necessari per la costruzione delle curve di probabilità pluviometrica (v. Relazione Generale PAI) per il bacino idrografico in esame. Questa fase ha condotto alla determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" relativamente alla superficie sottesa dalla sezione di chiusura in corrispondenza della foce. A partire dalle carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tab. 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Nelle fig. 3.3, fig. 3.4, fig. 3.5 sono riportate le carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" in corrispondenza del bacino in esame; nella fig. 3.6, è riportata la curva di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati, per i tre tempi di ritorno considerati.

La ricostruzione degli ietogrammi sintetici lordi a partire dalle CPP per i tre tempi di ritorno considerati è stata effettuata a partire dalle serie storiche di pioggia registrate nelle stazioni pluviografiche ricadenti nell'area di studio. In particolare si è ipotizzato uno ietogramma centrato ed una durata critica pari a 6 ore.

Fig. 3.3 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del Fiume Magazzolo.

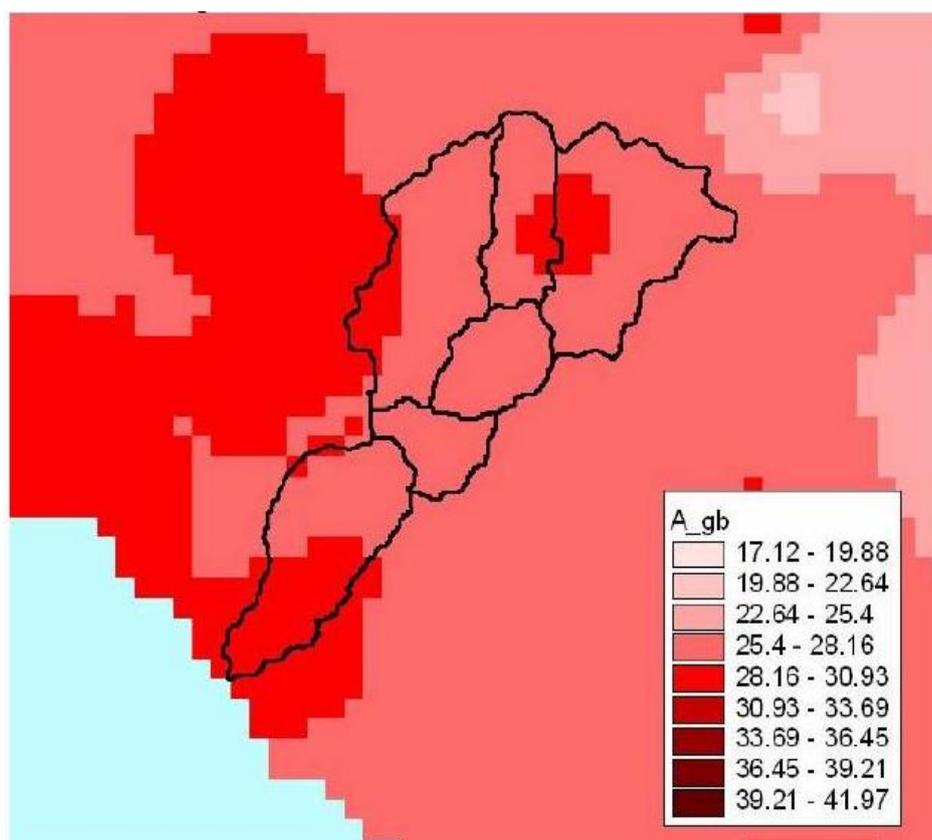


Fig. 3.4 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del Fiume Magazzolo

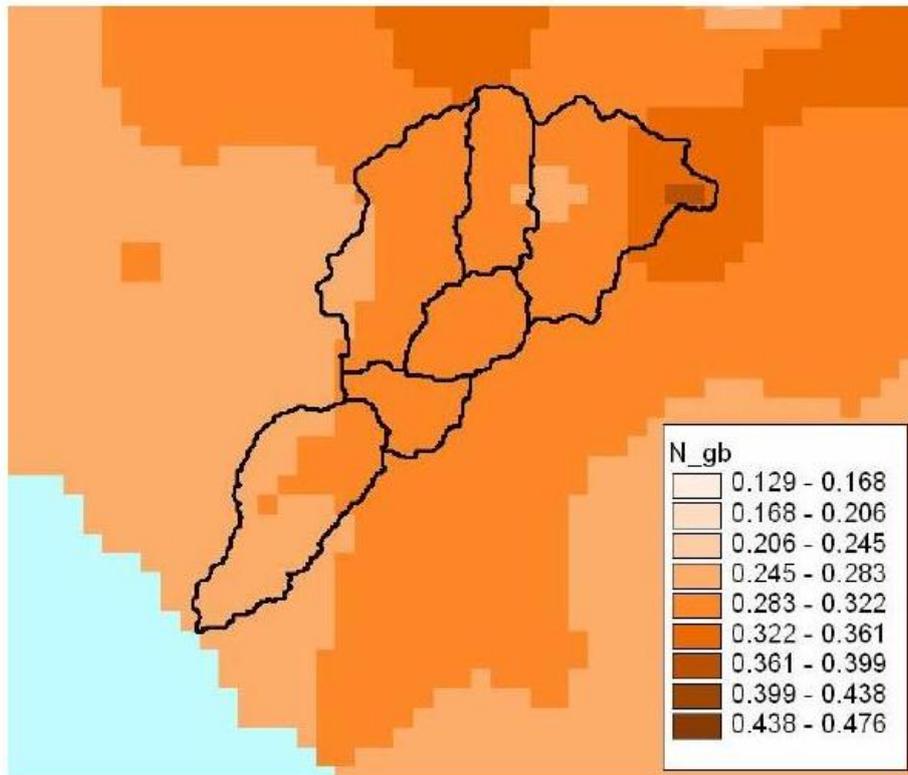
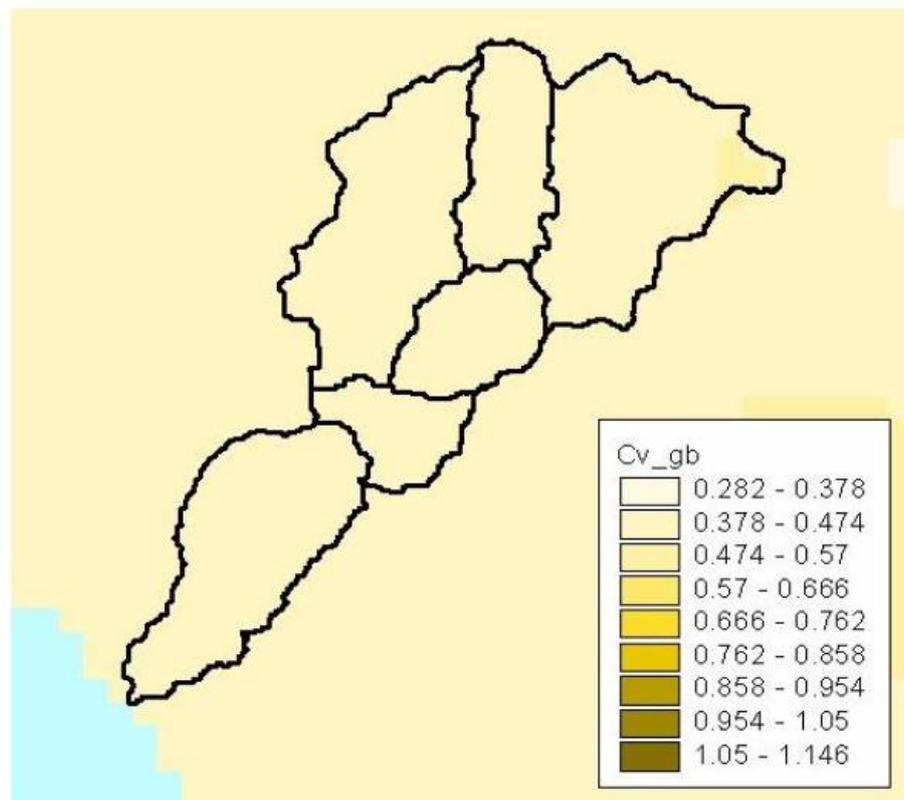


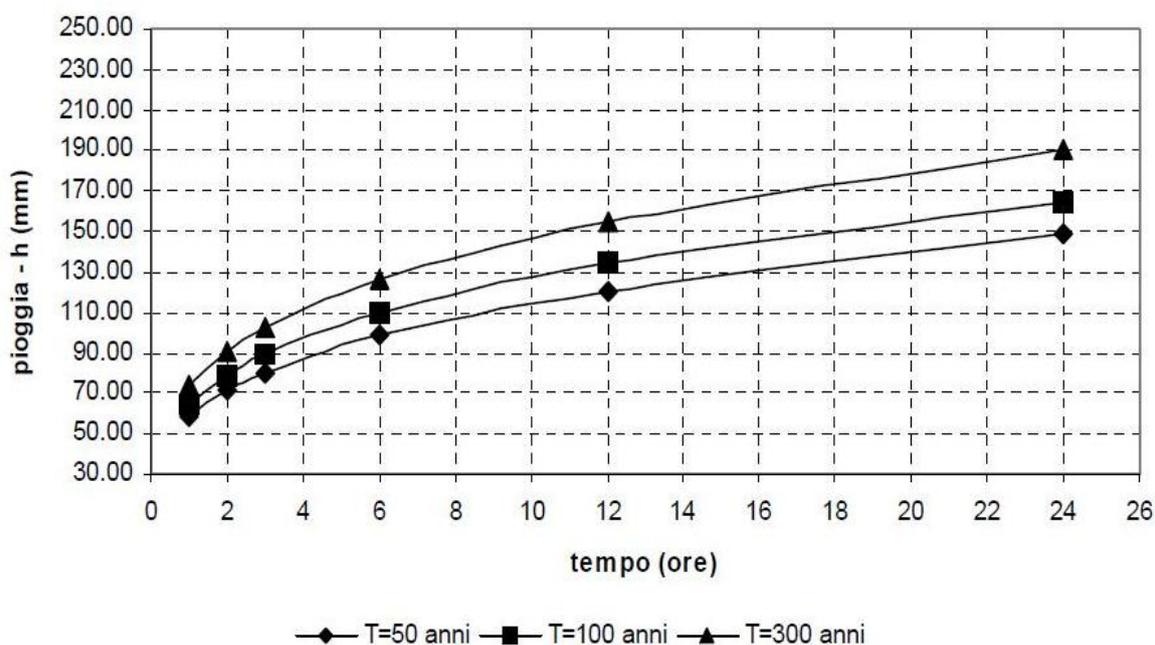
Fig. 3.5 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del Fiume Magazzolo



Tab. 3.1 - Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativa al bacino idrografico del Fiume Magazzolo

Bacino Idrografico del Fiume Magazzolo				
Bacino idrografico	Superficie totale (km ²)	a	n	CV
Fiume Magazzolo	222	27,80	0,30	0,42

Fig. 3.6 - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del Fiume Magazzolo per fissati tempi di ritorno

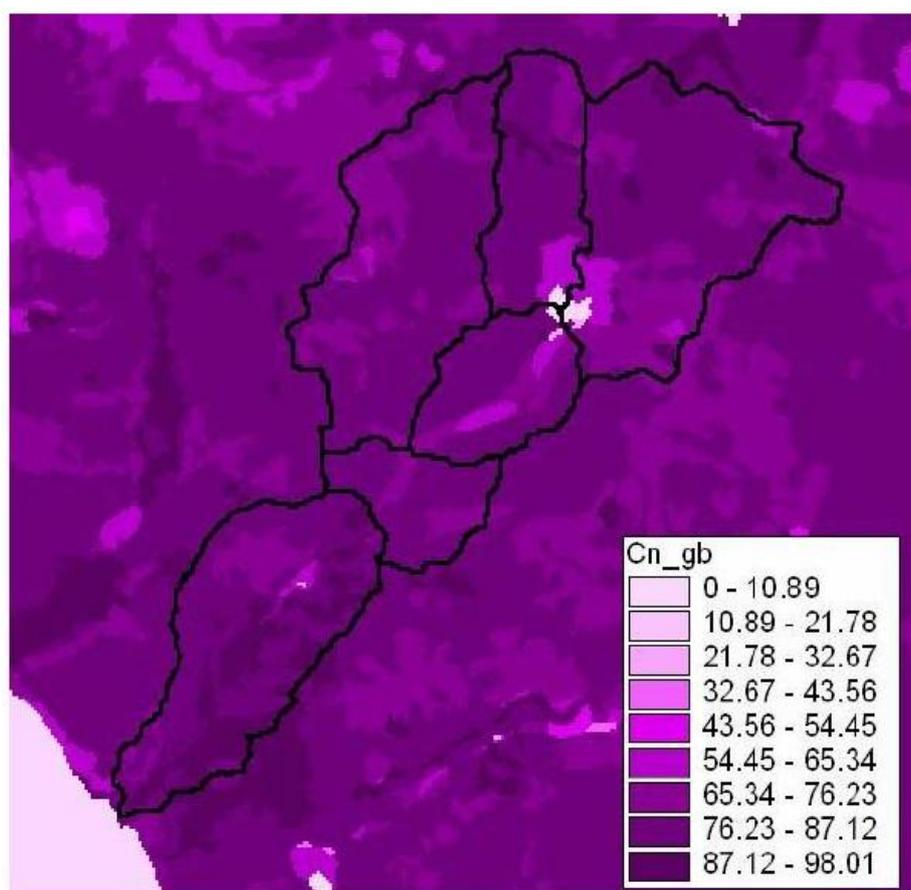


2. Calcolo della pioggia netta.

Per la determinazione della pioggia netta o deflusso superficiale è stato utilizzato il metodo SCS-Curve Number descritto in dettaglio nella Relazione Generale. I valori medi areali di CN, relativi ad ogni sottobacino nel quale è stato suddiviso il bacino principale.

In fig. 3.7 Fig. 3. è riportata la distribuzione areale del valore CN per i tre bacini in studio.

Fig. 3.7 - DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro "CN" nel bacino idrografico del Fiume Magazzolo



I valori medi di CN, relativi ai sottobacini considerati, sono riportati nella Tab. 3.2.

Tab. 3.2 - Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del Fiume Magazzolo

Sottobacino N°	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	56,90	Sott 1	77,20
2	25,19	Sott 2	78,38
3	53,31	Sott 3	79,68
4	21,17	Sott 4	77,80
5	15,80	Sott 5	80,26
6	46,61	Sott 6	83,08

3. *Determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura.*

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A

partire dal DEM del bacino, caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 x 100 m, sono stati ricavati automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari ad 1,5 m/s. Ottenuta così la carta delle isocorrie è stato possibile ricavare la curva aree-tempi e quindi i tempi di corrivazione dei sottobacini in esame (Tab. 3.3).

Tab. 3.3 - Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino del Fiume Magazzolo.

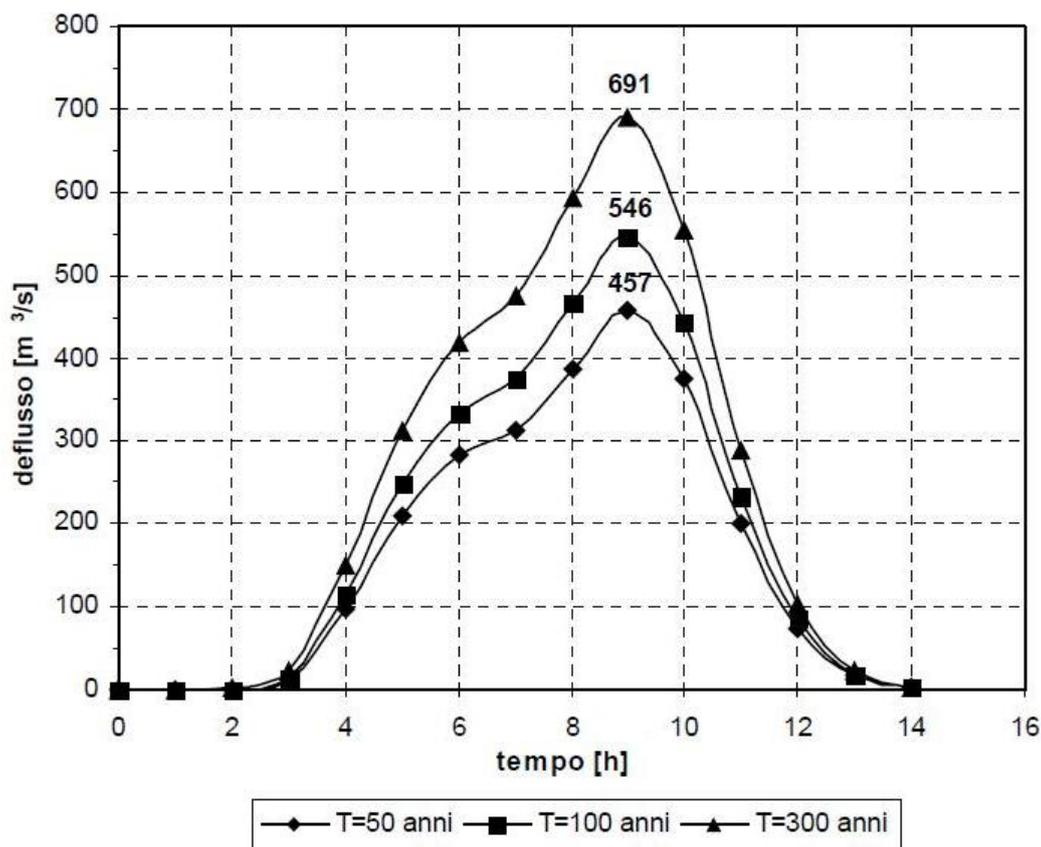
Sottobacino N°	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	t_c (ore)
1	56,90	Sott 1	2,5
2	25,19	Sott 2	2,0
3	53,31	Sott 3	3,0
4	21,17	Sott 4	1,5
5	15,80	Sott 5	1,0
6	46,61	Sott 6	3,0

Il calcolo dell'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico sottobacino è stato effettuato utilizzando il modulo User Specified Unit Hydrograph del modello HEC-HMS (v. Relazione Generale).

Il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo Routing Method Lag di HEC-HMS ipotizzando i sottobacini collegati tramite canali lineari ed una semplice traslazione dell'onda di piena. Il tempo di ritardo di ciascun canale è stato calcolato in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della velocità della corrente supposta pari ad 1,5 m/s.

Di seguito, nella fig. 3.8 sono riportati gli idrogrammi di piena relativi alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce, per i tempi di ritorno considerati.

Fig. 3.8- Idrogrammi di piena alla foce del Fiume Magazzolo per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.



In Tabella 3.4 sono indicati, per ogni sezione di chiusura dei sottobacini considerati, i valori delle massime portate al colmo di piena, mentre in Tabella 3.5 i valori in corrispondenza delle confluenze degli stessi sottobacini con l'asta fluviale principale.

Tab. 3.4 - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo considerate nello schema di calcolo HMS.

Sottobacino N°	Codice Sottobacino HMS	Area (km ²)	$Q_{t=50}$ (m ³ /s)	$Q_{t=100}$ (m ³ /s)	$Q_{t=300}$ (m ³ /s)
1	Sott 1	56,90	228,37	273,81	347,98
2	Sott 2	25,19	103,33	122,56	153,61
3	Sott 3	53,31	194,02	232,27	294,60
4	Sott 4	21,17	85,54	103,64	133,51
5	Sott 5	15,80	110,91	131,34	164,33
6	Sott 6	46,61	215,78	250,87	306,83

Tab. 3.5 - Valori delle portate al colmo di piena (Qt), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo considerate nello schema di calcolo HMS.

Sezione di calcolo N°	Codice sezione HMS	Superficie drenata (km²)	Q_{t=50} (m³/s)	Q_{t=100} (m³/s)	Q_{t=300} (m³/s)
1	JR310	82,09	332	396	501
2	JR380	156,57	502	599	756
3	JR440	172,37	468	561	713
4	Foce	222	457	546	691

La valutazione della portata in alveo nelle sezioni a valle dell'invaso Castello dovrebbe tenere conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dagli scarichi di superficie e di fondo (ipotizzandone il loro funzionamento contemporaneo). Tuttavia, poiché le portate degli scarichi fanno riferimento ad un valore del tempo di ritorno superiore al valore massimo considerato in questo studio (300 anni) e, inoltre, sono state certamente valutate sulla base di dati idrologici registrati in un intervallo temporale diverso da quello utilizzato nel presente studio, si è preferito svincolarsi dai suddetti valori ai fini delle verifiche idrauliche.

Pertanto, nel presente studio, non è stata considerata la presenza dell'invaso Castello e, quindi, l'effetto della sua capacità di laminazione delle piene. In tal modo sono state eseguite delle verifiche idrauliche considerando la portata convogliata dall'intero bacino idrografico originario (antecedente la realizzazione dell'invaso), trascurando quella parte trattenuta (laminata) dalla diga. Tale scelta, seppur non rispecchia del tutto la realtà idraulica del bacino, determina dei valori di portata nell'alveo che risultano più elevati rispetto a quelli effettivi conseguenti ad un effetto di laminazione dell'invaso, sovrastimando in tal modo i risultati delle simulazioni idrauliche a vantaggio della sicurezza.

3.3 Studio Idraulico

Calcolate le portate di piena occorre verificare se le sezioni del corso d'acqua riescano a convogliarle senza dar luogo ad esondazioni.

La modellazione idraulica del corso d'acqua è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS. In particolare, attraverso un'operazione preliminare di pre-processing sono stati importati i dati di input all'interno del modello HEC-RAS. Tali dati derivano, principalmente, dagli studi dell'Ente di Sviluppo Agricolo (ESA) e sono stati integrati con tutte le indicazioni, di seguito descritte, che derivano dalle analisi cartografica e territoriale e dai sopralluoghi di campagna (verifica dello stato di fatto del fondo alveo, raccolta di documentazione fotografica, ecc.) predisposti in questa fase.

3.3.1 Rilievi e Cartografia

L'analisi è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000) e la carta al 2.000 fornita dall'ESA. Relativamente all'aggiornamento del Comune di Santo Stefano Quisquina sono stati utilizzati le carte al 10.000, il DEM 2 mt x 2mt e rilievi in campo.

3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'alveo

L'asta del F. Magazzolo a valle del serbatoio Castello si sviluppa per circa 24 km, con andamento in direzione NE-SW, fino alla foce situata fra quella del fiume Verdura e quella del fiume Platani nel mare Mediterraneo. Essa presenta un andamento poco sinuoso con incisione rispetto ai piani golenali laterali piuttosto pronunciata, specie nel tratto compreso tra lo sbarramento e la traversa fluviale prossima alla stazione ferroviaria Magazzolo situata circa 14 km a valle della diga. Tale tronco si presenta in condizioni naturali per assenza di incisivi interventi manutentori. A valle della traversa Magazzolo l'alveo è interessato da un attraversamento ferroviario e da diversi attraversamenti stradali, in prossimità di uno dei quali è presente un ponte-tubo. Negli ultimi 8 km, il corso d'acqua ha subito delle modificazioni per risagomature e realizzazione di argini e sagome di fondo.

Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica è noto che esse si differenziano a seconda che la sede di deflusso sia l'alveo o le aree golenali e di allagamento.

Nel primo caso, le caratteristiche dipendono principalmente dalle dimensioni del materiale di fondo, dalla presenza e qualità della vegetazione fluviale e dalla morfologia plano-altimetrica delle sezioni e del tracciato fluviale. Per le superfici limitrofe e di allagamento giocano un ruolo determinante la natura del suolo, la copertura vegetale, la frammentazione poderale, la densità delle infrastrutture e delle costruzioni (macro rugosità) e le irregolarità naturali della superficie.

Durante i sopralluoghi predisposti per aggiornare la cartografia dei tratti fluviali studiati attraverso osservazioni dirette di campagna, sono stati fissati i parametri di scabrezza da utilizzare

nel modello idraulico adoperato. L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha indirizzato ad una scelta unica del coefficiente di Manning pari a $0,07 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.3.1 Attraversamenti

L'individuazione e caratterizzazione geometrica degli attraversamenti fluviali risulta necessaria per valutare, attraverso il software HEC-RAS, se la portata massima, calcolata per fissato tempo di ritorno, defluisce senza sormontare l'attraversamento stesso.

Le opere di attraversamento principali presenti nel tratto fluviale studiato (tratto che va dalla diga Castello fino alla foce del Magazzolo) sono elencate di seguito:

- ponte ferroviario Agrigento-Sciacca;
- ponte S.P. Ribera-Cianciana;
- ponte tubo;
- ponte S.S. 115;
- ponticello;
- ponte S.V. Sciacca-Agrigento;

In Appendice A della Monografia sono riportati gli stralci cartografici con l'ubicazione dei suddetti attraversamenti e delle sezioni più importanti con le relative schede identificative.

3.3.3.2 Opere di sistemazione idraulica

Il corso d'acqua, nell'ultimo tratto di 8 km, ha subito delle modificazioni per risagomature e realizzazione di argini e sagome di fondo. A circa 14 km a monte della stazione ferroviaria Magazzolo è stata realizzata una traversa che sottende un bacino di circa $178,00 \text{ km}^2$.

3.3.4 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica di un tratto del tronco fluviale del F. Magazzolo che va dalla diga Castello fino alla foce, per una lunghezza complessiva di circa 24 km.

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati sono quelli corrispondenti al codice sezione HMS denominato "Foce" e riportati in Tabella 3.5.

Come detto precedentemente, per la simulazione idraulica è stato applicato il modello monodimensionale HEC-RAS nell'ipotesi di regime di moto permanente e corrente lenta (subcritical). Nelle condizioni al contorno si è imposta l'altezza critica della corrente nell'ultima sezione dell'alveo (foce). Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena, valutata alla foce del fiume, per fissato tempo di ritorno (50, 100 e 300 anni).

Nei paragrafi successivi sono illustrati i risultati delle verifiche idrauliche del tratto in esame.

3.3.4.1 Verifica idraulica sul Fiume Magazzolo

Per la simulazione idraulica sono state considerate 92 sezioni ed i risultati delle verifiche idrauliche sono riportate in forma tabellare ed in forma grafica, in Appendice B della Monografia. La tabella riporta, per fissato tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori della portata, della quota fondo alveo, della quota pelo libero, del tirante idrico fondo alveo, della pendenza della linea dei carichi totali, della velocità media della corrente in alveo e la sezione idrica.

Applicando il modello HEC-RAS si sono ottenuti i risultati riportati nel documento ITR191_62_I_MONOGRAFIA . Le tabelle contenute nella succitata monografia riassumono, per ogni tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori di portata, tirante idrico, pendenza della linea dei carichi totali, velocità media della corrente e sezione idrica. In tabella sono inoltre riportati i valori dei coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati in ciascun tratto. ITR191_62_I_MONOGRAFIA è inoltre riportata una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

Per il tratto del F. Magazzolo studiato, per tutti i tempi di ritorno considerati, i valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati nella sezione 51 mentre i valori minimi si verificano nella sezione 31; per quanto riguarda la velocità media in alveo, i valori massimi si riscontrano nella sez.7 mentre i valori minimi si hanno nella sezione 51. In Tabella 3.6 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazioni del modello HEC-RAS.

Tab. 3.6 - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Magazzolo

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (n. sezione)	Tirante idrico massimo [m] (sezione n.)	Velocità minima [m/s] (n. sezione)	Velocità massima [m/s] (n. sezione)
50	1,47 (31)	5,83 (51)	0,37 (51)	5,16 (7)
100	1,58 (31)	6,16 (51)	0,4 (51)	5,37 (7)
300	1,75 (31)	6,41 (51)	0,47 (51)	5,62 (7)

Nello studio non è stata presa in considerazione, per carenza di dati, l'interazione fra la corrente fluviale ed il moto ondoso, fenomeno che solitamente riveste grande importanza per la corretta stima dei livelli idrici che si determinano durante le piene nel tratto terminale dell'asta fluviale.

3.4 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

Nelle simulazioni eseguite con il software HEC-RAS, si è assunta l'ipotesi, come detto precedentemente, di condizioni di moto permanente e monodimensionale. Tale assunzione comporta, talvolta, l'approssimazione del risultato nei casi in cui si abbiano estese aree pressoché pianeggianti all'esterno dell'alveo di un corso d'acqua. In particolare, nel presente studio si è scelto di mantenere la soluzione fornita dal modello di calcolo, individuando l'area di inondazione mediante la semplice intersezione della superficie liquida che si determina nell'alveo centrale del canale, con le curve di livello dell'area interessata. In tale situazione non si è dunque tenuto conto dei possibili effetti di laminazione della portata esondata, rallentata e/o trattenuta nell'area circostante l'alveo, e dell'effetto di riduzione della stessa a causa dello sfioro che si verifica in alcune sezioni. Tuttavia tale risultato può senz'altro essere accettato, a vantaggio della sicurezza, come limite superiore degli eventi di esondazione con tempo di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni.

La pericolosità "P", identificata con l'area inondata, è stata valutata seguendo la "metodologia semplificata" proposta dal D.I.I.A.A. della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo, in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tab. 3.7).

Tab. 3.7 - Definizione delle pericolosità idraulica P secondo la metodologia semplificata

T (anni)	P
50	P3 (alta)
100	P2 (media)
300	P1 (bassa)

In questo studio si sono delimitate le aree inondate nella parte a valle della diga Castello in territorio di Bivona ed Alessandria della Rocca, sino alla foce del F. Magazzolo, per una lunghezza complessiva di circa 24 km. Le suddette aree sono state identificate con il codice 062-E01 ÷ E06.

Il codice 062-E07 riguarda l'aggiornamento di una porzione del centro abitato di Santo Stefano Quisquina.

Per l'individuazione delle aree inondabili si è fatto riferimento alle quote del pelo libero, ottenute dai calcoli del modello HEC-RAS, cercando, ove possibile, di intersecare tali piani ideali con le curve di livello riportate nella cartografia di riferimento. Le aree inondabili sono indicate nelle tavole, in scala 1:10.000, allegate alla presente relazione.

3.5 Mappe di rischio

Di seguito si forniscono le informazioni su gli elementi a rischio interessati dalle aree di pericolosità in funzione del tempo di ritorno T_r .

Al riguardo appare opportuno esporre di seguito il metodo utilizzato per la valutazione della popolazione esposta

La determinazione, per ciascuna area a pericolosità idraulica, del numero di abitanti potenzialmente interessati è stata effettuata sulla base dei dati di censimento ISTAT anno 2011, supponendo che all'interno di ciascuna sezione di censimento la popolazione residente sia uniformemente distribuita.

In tale ipotesi il numero di abitanti interessato per ciascuna zona, indicato con ABT è stato calcolato sovrapponendo il poligono dell'area allagabile con il tematismo dei dati di censimento disaggregati fino all'unità di sezione di censimento mediante la seguente formula:

$$ABT_{ID} = \sum_{i=1}^n A_{intersect} * \frac{ABT_{sez_i}}{A_{sez_i}}$$

dove si è indicato con:

ABT_{ID} il numero di abitanti potenzialmente interessati ricadenti nell'area di allagamento con codice identificativo ID oppure in assenza di codice identificato tramite la denominazione del tratto corso d'acqua;

ABT_{sez_i} e A_{sez_i} rispettivamente il numero di abitanti ricadenti nella sezione censuaria i-esima e l'area della sezione stessa;

$A_{intersect}$ l'area ottenuta dalla intersezione della sezione i-esima con l'area di allagamento.

La sommatoria deve essere estesa a tutte le sezioni di censimento che si sovrappongono all'area di allagamento

Pertanto il valore di popolazione così determinato ha la sola finalità di caratterizzare il livello di potenziale esposizione dell'area e non va inteso come effettiva presenza di abitanti.

3.5.1 Elementi coinvolti per $Tr=50$ anni (Dissesti codice dal 062-E01 ÷ 062-E07)

3.5.1.1 Centro abitato

I centri abitati coinvolti sono quelli relativi a Seccagrande (codice 062-E06), e Santo Stefano Quisquina (062-E07).

3.5.1.2 Nucleo abitato

Non ci sono porzioni di nucleo abitato coinvolte.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nelle .tabb. 3.9.1, 3.9.2 e 3.9.3.

Tab. 3.9.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per $Tr= 50$ anni Codice 062-E01

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	084STRADA0891 084STRADA0741	

Tab. 3.9.2 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni Codice 062-E06

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO		8
NUMERO ABITANTI COINVOLTI		8

Tab. 3.9.3 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni Codice 062-E07

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
CENTRO ABITATO		199
NUMERO ABITANTI COINVOLTI		199
STRADA STATALE	SS118	
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	STRADE COMUNALI	

3.5.1.3 Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr = 50 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nelle Tab. 3.10.1 ÷ Tab. 3.10.7 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate rispettivamente dall'areale di pericolosità dei dissesti 062-E01 ÷ 062-E07, aventi tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tab. 3.10.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1. Seminativi	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	14,24
2.2. Colture permanenti	5,20
2.2.2. Frutteti e frutti minori	162,92
2.2.3. Oliveti	9,73
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	9,17
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	23,21
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	9,61
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	16,74

Tab. 3.10.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	28,28
2.2.3. Oliveti	1,19

Tab. 3.10.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	20,75
2.2.3. Oliveti	4,72

Tab. 3.10.4- Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E04

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,34
2.2.2. Frutteti e frutti minori	42,27
2.2.3. Oliveti	2,12

Tab. 3.10.5 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E05

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	12,19

Tab. 3.10.6 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E06

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale	
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,02
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.1. Vigneti	1,20
2.2.2. Frutteti e frutti minori	39,86
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	2,16

Tab. 3.10.7 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 062-E07

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	5,14
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.3. Oliveti	2,64
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	0,50

3.5.2 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (Dissesti codici 062-E01, 062-E02, 062-E04 e 062-E06)

3.5.2.1 Centro abitato

Non ci sono centri abitati coinvolti.

3.5.2.2 Nucleo abitato

Non ci sono porzioni di nucleo abitato coinvolte.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tab. 3.11.1.

Tab. 3.11.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Codice 062-E01

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	084STRADA0741	

3.5.2.3 Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr =300 anni

Ulteriore elaborazione della pericolosità in funzione degli elementi presenti è stata effettuata con riferimento alla classificazione dell'uso del suolo definita dal cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nelle Tab. 3. ÷ Tab. 3. sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate rispettivamente dagli areali di pericolosità dei dissesti 062-E01, 062-E02, 062-E04 e 062-E06 aventi tempo di ritorno pari a 300 anni.

Tab. 3.12.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 062-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,50
2.2.2. Frutteti e frutti minori	19,41
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	0,09

Tab. 3.12.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 062-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	12,65
2.2.3. Oliveti	1,19

Tab. 3.12.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 062-E04

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,34
2.2.2. Frutteti e frutti minori	18,86

Tab. 3.12.4 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 300 anni Codice 062-E06

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	21,32
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	2,68

4 ANALISI ECONOMICA DEL DANNO ATTESO

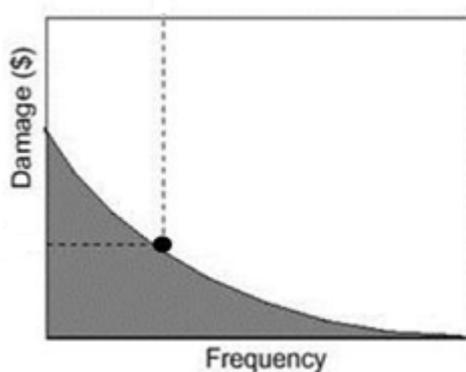
I danni possono essere suddivisi in “**diretti**” e “**indiretti**”; tale distinzione è dovuta al fatto che i beni possono essere a contatto o meno con l’evento naturale che nella fattispecie dell’evento alluvionale è l’acqua. Tali danni possono essere ulteriormente suddivisi in danni “**tangibili**” e “**intangibili**” in funzione della possibilità o meno di poter assegnare un valore monetario a tali danni. Alcuni esempi di danni tangibili sono la perdita economica subita, a causa di un evento alluvionale, su edifici, infrastrutture oppure la perdita del raccolto di una superficie coltivata, mentre per quanto riguarda alcuni esempi di danno intangibile si possono citare la perdita di un’area archeologica, di beni artistici di inestimabile valore oppure il danno ad un ecosistema.

Il danno atteso¹ medio annuo (Expected Annual Damage, EAD), pari all’area sottesa dalla curva “*danno – frequenza di superamento*”, può interpretarsi come il valore costante di una rateizzazione annua del danno, che si prevede possa verificarsi in futuro, e permette di valutare il beneficio netto conseguente ad un determinato progetto di mitigazione del danno. Per ottenere la curva “*danno–frequenza di superamento*”, la cui costruzione è empirica, si procede combinando le seguenti relazioni:

- “danno - livelli idrici” (oppure “danno–portata”) che deriva dalla soluzione idraulica del problema di inondazione, noti vulnerabilità e valore economico dei beni: rappresenta il danno economico causato dai vari livelli di piena (oppure portate) in una determinata area;
- “altezza-frequenza di superamento” (oppure “portata-frequenza di superamento”): scaturisce dalle usuali analisi di frequenza degli eventi di piena.

Tale valore del danno atteso medio annuo (EAD) consente, nell’analisi costi-benefici, la valutazione del beneficio netto relativo ad un intervento progettuale. Infatti tale beneficio è dato dalla differenza tra il valore EAD relativo allo stato di fatto (opzione di non intervento) con il valore EAD relativo alla soluzione progettuale prescelta.

Per ulteriori approfondimenti si rinvia al *Cap. 4 “I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)”* della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.



¹ Secondo la teoria della probabilità, il valore atteso di una variabile casuale discreta (che assuma cioè solo un numero finito o una infinità numerabile di valori) è dato dalla somma dei possibili valori di tale variabile, ciascuno moltiplicato per la probabilità di verificarsi. Corrisponde, quindi, alla media ponderata dei possibili risultati.

4.1 Metodologia di valutazione economica del danno

La valutazione del danno potenziale diretto causato da un evento alluvionale può essere fatta avvalendosi di due metodologie: **metodo con le curve “tiranti-danno”** e **metodo “speditivo”**.

Per applicare il metodo con le curve “tiranti-danno” è necessario conoscere le curve del danno in funzione del tirante idrico per le più importanti classi del suolo del CORINE Land Cover. Pertanto il danno potenziale è calcolato, per ognuno dei tre tempi di ritorno considerati, elaborando i dati dei tiranti idrici relativi alle aree inondate con le classi di uso del suolo del CORINE Land Cover applicando le suddette curve “tiranti-danno”.

Il metodo “speditivo” consiste invece nel calcolare il danno potenziale diretto causato da un evento alluvionale per alcune delle più importanti classi di uso del suolo del CORINE Land Cover moltiplicando, per ognuna di esse, il danno unitario relativo a ciascuna classe per la superficie dell’area interessata dall’inondazione. Tale metodo si applica nel caso in cui non siano disponibili le suddette curve “tiranti-danno”.

In considerazione del fatto che per il contesto italiano non sono disponibili curve “tiranti-danno”, per la valutazione del danno atteso per le aree inondate, di cui alle mappe di pericolosità ai sensi dell’art. 6 del D. lgs. 23.02.2010 n. 49 adottate con delibera della Giunta Regionale n. 349 del 14.10.2013, si è scelto di applicare il metodo “speditivo” individuando le seguenti quattro classi di uso del suolo del CORINE Land Cover per ognuna delle quali è stato assegnato un valore unitario di danno²:

1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	€ 618 / m ² ;
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado;	€ 309 / m ² ;
1.2.1. Aree industriali commerciali e dei servizi pubblici e privati	€ 475,5 / m ² ;
2. Superfici agricole utilizzate	€ 0,63 / m ² .

Per ulteriori approfondimenti si rinvia all’allegato “ *I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)*” della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

Le successive tabelle riassumono i valori del danno, espressi in €, in corrispondenza di ogni tempo di ritorno (50, 100 e 300 anni) e per ogni areale di esondazione relativi al bacino idrografico del F. Magazzolo.

² Tali valori sono stati tratti da uno studio sul bacino del fiume Po, in seguito all’alluvione del 2000, che prende spunto dai risultati della stessa ricerca del 2007 condotta a livello europeo dai consulenti della HKV per conto della JRC

Tab. 4.1 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Magazzolo (062)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€/ m²)	Danno (€)
062-E01	F. Magazzolo	Aree prev. occup.da colture agrarie, con spazi nat.	232071,06	0,63	146.205,00
062-E01	F. Magazzolo	Seminativi in aree non irrigue	142369,87	0,63	89.693,01
062-E01	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	1629355,87	0,63	1.026.490,00
062-E01	F. Magazzolo	Uliveti	97278,25	0,63	61.285,28
062-E01	F. Magazzolo	Sistemi colturali e particellari permanenti	52009,76	0,63	32.766,20
062-E01	F. Magazzolo	Colture annuali associate e colture permanenti	91691,84	0,63	57.765,90
062-E02	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	282760,79	0,63	178.139,00
062-E02	F. Magazzolo	Uliveti	11883,65	0,63	7.486,70
062-E03	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	207520,56	0,63	130.738,00
062-E03	F. Magazzolo	Uliveti	47215,84	0,63	29.746,00
062-E04	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	422668,59	0,63	266.281,00
062-E04	F. Magazzolo	Uliveti	21155,75	0,63	13.328,10
062-E04	F. Magazzolo	Seminativi in aree non irrigue	3444,70	0,63	2.170,16
062-E05	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	121919,88	0,63	76.809,50
062-E06	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	398579,77	0,63	251.105,00
062-E06	F. Magazzolo	Tessuto urbano discontinuo	215,96	309,00	66.731,00
062-E06	F. Magazzolo	Vigneti	12021,58	0,63	7.573,60
062-E07	F. Magazzolo	Uliveti	26370,23	0,63	16.613,20
062-E07	F. Magazzolo	Tessuto urbano continuo	51441,44	618,00	31.790.800,00
TOTALE					34.251.726,65

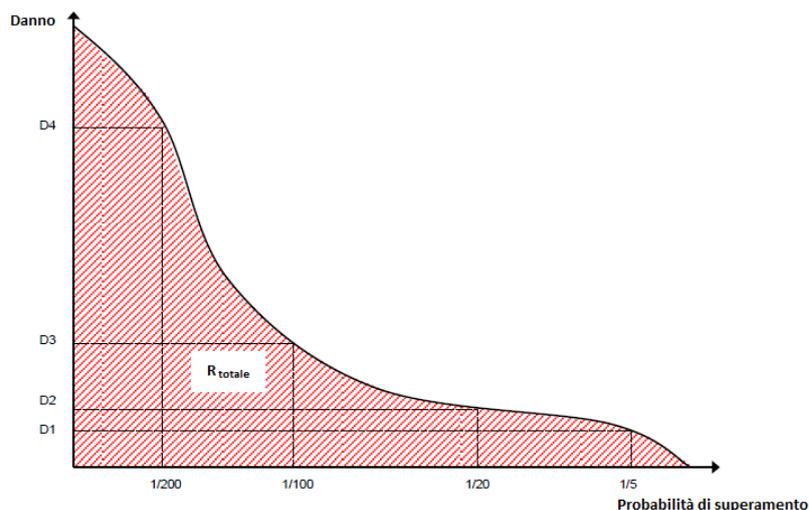
Tab. 4.2 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per $T_r=300$ anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Magazzolo (062)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m ²)	Danno unitario (€ / m ²)	Danno (€)
062-E01	F. Magazzolo	Seminativi in aree non irrigue	4983,73	0,63	3.139,75
062-E01	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	194134,18	0,63	122.304,60
062-E01	F. Magazzolo	Sistemi colturali e particellari permanenti	853,87	0,63	537,94
062-E02	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	126502,14	0,63	79.696,30
062-E02	F. Magazzolo	Uliveti	11883,65	0,63	7.486,70
062-E04	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	188690,19	0,63	118.875,00
062-E04	F. Magazzolo	Seminitavi in aree non irrigue	3444,70	0,63	2.170,16
062-E06	F. Magazzolo	Frutteti e frutti minori	213204,61	0,63	134.318,90
TOTALE					468.529,35

4.2 Valutazione del danno economico atteso medio annuo

Come definito nel par. 4.1 il danno atteso medio annuo è pari all'area sottesa dalla curva "Danno – probabilità di superamento" ed equivale al rischio totale come mostrato nella successiva fig. 4.1

Fig. 4.1- Curva "Danno - probabilità di superamento"



Spesso non è facile stabilire l'esatto andamento di tale curva perché si conoscono soltanto pochi punti di essa. In tali casi l'approssimazione fatta per valutare il suddetto "danno atteso medio annuo" (rischio) è fatta applicando la seguente formula³:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k D[i] * \Delta P_i \quad \text{dove} \quad \bar{D} \quad \text{è il danno atteso medio annuo}$$

con

$$D[i] = \frac{D(P_{i-1}) + D(P_i)}{2} \quad D[i] \quad \text{è il danno medio relativo a due punti, "i-1" e "i" della curva}$$

e

$$\Delta P = |P_i - P_{i-1}| \quad \Delta P \quad \text{è la probabilità dell'intervallo tra i suddetti punti}$$

Ricordando che la probabilità di superamento è pari all'inverso del tempo di ritorno si ha:

$$P_{50} = 1 / 50 = 0,02$$

$$P_{100} = 1 / 100 = 0,01$$

$$P_{300} = 1 / 300 = 0,0033$$

Nel nostro caso la "i" può assumere i valori 50, 100 e 300 (tempi di ritorno in anni), inoltre sono noti i relativi valori del danno; in cui per esempio $D(P_{50})$ è il valore del danno per una probabilità di superamento di 0,02

quindi:

$$\bar{D} = [D(P_{100}) + D(P_{300})] * (0,01 - 0,0033) / 2 + [D(P_{50}) + D(P_{100})] * (0,02 - 0,01) / 2$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori del "danno atteso medio annuo" valutato per ogni areale di esondazione ricadente nel bacino idrografico del F. Magazzolo (062)

³ FLOODsite, (2007): GIS-based Multicriteria Analysis as Decision Support in Flood Risk Management

Tab. 4.3 - Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Magazzolo (062)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P₅₀) (€)	D(P₁₀₀) (€)	D(P₃₀₀) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
062-E01	F. Magazzolo	1.414.205,39	0,00	125.982,29	7.490,97
062-E02	F. Magazzolo	185.625,70	0,00	87183,00	1.218,74
062-E03	F. Magazzolo	160.484,00	0,00	0,00	3.209,68
062-E04	F. Magazzolo	281.779,26	0,00	121045,16	1.812,38
062-E05	F. Magazzolo	76.809,50	0,00	0,00	1.536,19
062-E06	F. Magazzolo	325.409,60	0,00	134318,90	2.074,78
062-E07	F. Magazzolo	31.807.413,20	0,00	0,00	636.148,26

5. LE MISURE DI PIANO

La definizione delle misure di piano è stata effettuata sulla scorta dell'analisi effettuata e degli obiettivi di piano stabiliti e dei criteri e priorità fissati riportati nella relazione generale cui si rinvia.

Appare utile in questa sede evidenziare che l'efficacia delle misure pianificate va valutata considerando in modo coordinato e in sinergia con gli interventi e misure definite negli altri strumenti di pianificazione.

A tal proposito vanno considerati gli interventi previsti dal Piano forestale e dal piano per l'assetto idrogeologico, in relazione agli effetti che possono avere sulle misure di prevenzione e protezione.

Per quanto riguarda in particolare il Piano Forestale Regionale dal momento che in esso sono previsti interventi di rimboschimento e di sistemazione idraulico forestale non si è ritenuto necessario prevedere ulteriori interventi della stessa tipologia ma piuttosto si è tenuto conto di tali previsioni nel Piano di gestione considerando i loro effetti per la definizione delle ulteriori misure interventi di protezione con particolare riferimento a quelli strutturali.

Per quanto riguarda il PAI già in esso erano stati previsti alcune misure d'intervento di tipo non strutturale che in questa sede sono ribadite prevedendo il loro aggiornamento e riorganizzazione.

Ulteriore coordinamento è quella operato con le misure del Piano di gestione del Distretto idrografico di cui alla Direttiva 2000/60.

Le misure individuate sono riportate nelle tabelle seguenti..

L'attuazione delle misure verrà effettuata secondo priorità utilizzando gli strumenti di attuazione individuati e descritti nella relazione generale e di seguito riportati .

- La programmazione Negoziata
- La pianificazione urbanistica integrata e sostenibile
- I programmi di manutenzione
- I programmi d'intervento e studi di fattibilità
- I programmi di conoscenza
- La regolamentazione
- Attivazione delle misure di preparazione e di potenziamento della protezione civile

Tab. 5.1 - Misure di prevenzione

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
prevenzione	Limitazioni all'uso - Regolamentazione	Misurare per evitare la localizzazione di nuovi o ulteriori elementi vulnerabili in aree soggette a inondazioni,	Non strutturali
		politiche di pianificazione dell'uso del suolo o regolamentazione	Non strutturali
		Fasce di pertinenza fluviale	Non strutturali
	Riduzione della vulnerabilità	Misure per adattare gli elementi vulnerabili e per ridurre le conseguenze negative in caso di alluvione (resilienza flood proofing)	Non strutturali
	Attività di sorveglianza	Ricognizione periodica	Non strutturali
		Polizia idraulica	Non strutturali
		Manutenzione del territorio	Non strutturali
	Programmi di conoscenza	Miglioramento dei modelli di valutazione della pericolosità e del rischio	Non strutturali
		Estensione degli studi a tutte le aree d'attenzione	Non strutturali
	Norme tecniche	Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi interferenti con le aree d'esondazione	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per la progettazione d'interventi di opere di difesa e di mitigazione del rischio;	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per la redazione di studi di compatibilità idraulica	Non strutturali
		Indirizzi e prescrizioni per gli interventi di manutenzione e gestione dei sedimenti	Non strutturali

Tab. 5.2 - Misure di protezione

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
Protezione	Gestione delle acque superficiali	Ridurre i deflussi superficiali, tipicamente in ambiente urbano, migliorando l'efficacia delle reti di drenaggio urbano, drenaggio urbano sostenibile, vasche di laminazione principi di invarianza idraulica	Non strutturali/strutturali
	Regolazione delle portate	Piani di laminazione	Non strutturali

Tabella 5. 3- Misure di preparazione e di protezione civile

Funzione	Misure	Azioni	Tipologia
3 Preparazione e protezione civile	3.1 Previsione e allertamento	3.1.1 Centro funzionale (monitoraggio sorveglianza allertamento)	Non strutturali
		3.1.2 Sistemi di allerta	Non strutturali
		3.1.3 Presidio territoriale	Non strutturali
	3.2 Piani di emergenza	3.1.4 Piani di protezione civile	Non strutturali
	3.3 Sensibilizzazione		Non strutturali
	3.4 Formazione		Non strutturali