

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.18 - Bacino Idrografico del Fiume Belice (057)



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. Belice.

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

Il bacino del F. Belice si sviluppa lungo una direttrice NE-SW dalle aree a sud dei Monti di Palermo fino alla costa meridionale della Sicilia, tra Punta Granitola e Capo S. Marco. Esso confina, nella zona settentrionale, con i bacini del F. Jato e del F. Oreto; ad occidente lo spartiacque è comune con il bacino del Fiumefreddo e a SW con quello del F. Modione. Dal lato orientale, da nord a sud confina con i bacini del F. San Leonardo, F. Verdura, F. Carboj e con alcuni bacini minori.

La linea di spartiacque si diparte dalle Punte della Moarda (1.056 m), che costituiscono il punto più settentrionale del bacino idrografico.

In destra idrografica lo spartiacque si sviluppa attraverso la Costa di Carpineto (1.187 m), la Pizzuta (1.333 m) e, passando per Portella delle Ginestre (856 m), raggiunge i rilievi di Serra delle Ginestre (1.231 m) e di M. Kumeta (1.233 m); quindi, con orientamento all'incirca NE-SW, congiunge una serie di rilievi collinari fra i quali si distinguono M. Fanuso (515 m), M. Raitano (477 m), M. Spezzapignate (610 m), M. Castellazzo (675 m), Costa di Raia (587 m), M. Finestrelle (663 m) e il Timpone Castellazzo (430 m). Lo spartiacque in destra idrografica separa il Bacino del Belice da quello dei Fiumi Freddo, Jato ed Oreto, che competono al versante tirrenico dell'Isola, e da quello del Fiume Modione, che sfocia anch'esso, come il F. Belice, lungo la costa meridionale della Sicilia.

Lo spartiacque sinistro, che si sviluppa attraverso i rilievi di M. Leardo (1.016 m), Rocca Busambra (1.614 m), Cozzo Donna Giacomina (1.057 m), M. Cardellia (1.266 m), M. Barracù (1.436 m), Pizzo Cangialoso (1.457 m), M. Triona (1.215 m), M. Genuardo (1.180 m) e la Serra Lunga (644 m), separa il bacino imbrifero del Belice, da quelli dei Fiumi Eleuterio e San Leonardo verso nord e dei Fiumi Verdura e Carboj verso sud.

Lo spartiacque secondario, che divide cioè il Belice Destro dal Belice Sinistro, si origina da M. Leardo e si sviluppa attraverso i rilievi di Punta Palazzo (685 m), M. Gabello (573 m), M. Maranfusa (476 m) e Pizzo di Gallo (643 m), quest'ultimo ubicato immediatamente a nord della confluenza.

All'interno del bacino, in posizione isolata, spiccano i rilievi di M. Maganoce (902 m) nel bacino del Belice Destro e le Rocche di Rao (672 m) e Rocca d'Entella (557 m) nel bacino del Belice Sinistro.

All'interno del bacino ricadono, interamente o parzialmente, i territori comunali di: Menfi, Montevago, Sambuca di Sicilia e S. Margherita Belice per la provincia di Agrigento; Altofonte, Bisacquino, Campofiorito, Camporeale, Contessa Entellina, Corleone, Giuliana, Godrano, Monreale, Piana degli Albanesi, Roccamena, San Cipirello, Santa Cristina Gela per la provincia di Palermo; Castelvetro, Gibellina, Partanna, Poggioreale, Salaparuta, Santa Ninfa per la provincia

di Trapani.

I centri abitati compresi parzialmente o interamente all'interno del bacino del Belice sono quelli di Bisacquino, Campofiorito, Camporeale, Contessa Entellina, Corleone, Montevago, Partanna, Piana degli Albanesi, Poggioreale, Roccamena, Salaparuta, S. Cristina Gela e S. Margherita Belice.

L'area del bacino è altresì attraversata da tutta una serie di infrastrutture di trasporto, tra le quali la più importante è rappresentata dalla strada a scorrimento veloce Palermo-Sciacca, il cui tracciato si sviluppa lungo il fondovalle del Belice sinistro, per poi, dopo la confluenza tra i due rami (destro e sinistro), deviare decisamente verso sud, in direzione di Sciacca.

Per quanto riguarda le aree protette il bacino in esame comprende parzialmente le seguenti riserve naturali:

- nel territorio provinciale di Palermo:
 - la riserva naturale di Grotta di Entella (parzialmente);
 - la riserva naturale di Monte Genuardo, Santa Maria del Bosco (parzialmente);
 - la riserva naturale di Bosco Ficuzza, Rocca Busambra e Bosco del Cappelliere (parziale);
 - la riserva naturale Serre della Pizzuta (parziale).
- nel territorio provinciale di Trapani:
 - la riserva naturale orientata della Foce del Fiume Belice e dune limitrofe.

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 del bacino, calcolati sulla base della informatizzazione realizzata specificamente per il P.A.I.

Tabella 1.1.- Territori comunali ricadenti nel bacino.						
PROVINCIA	COMUNE	RESIDENTI (Dati ISTAT 2011)	SUPERFICIE			Centro abitato ricadente nel bacino
			Totale (Km ²)	Nel Bacino (Km ²) (%)		
AGRIGENTO	Menfi	12711	113	7,6	6.7 %	NO
	Montevago	3015	32	31	93.7 %	SI
	Sambuca di Sicilia	6114	96	0,8	0.8 %	NO
	S. Margherita Belice	6544	67	31,7	45.5 %	In parte
PALERMO	Altofonte	10266	35	1,7	4.8 %	NO
	Bisacchino	4829	65	44,8	68.7 %	In parte
	Campofiorito	1332	21,3	21,3	100 %	SI
	Camporeale	3448	39	14,2	35.8%	SI
	Contessa Entellina	1865	136	135,9	99.2 %	SI
	Corleone	11286	229	166,1	72.5 %	SI
	Giuliana	2032	24	0,4	1.2 %	NO
	Godrano	1153	39	0,2	0.5 %	NO
	Monreale	38018	529	225,2	42.5 %	NO
	Piana degli Albanesi	6010	65	52,6	80 %	SI
	Roccamena	1562	33	33,4	100 %	SI
	San Cipirello	5478	21	2,6	12.4 %	NO
	Santa Cristina Gela	925	39	6,5	16.7 %	SI
TRAPANI	Castelvetrano	31824	207	44	21.3 %	NO
	Gibellina	4264	45	8,6	18.9 %	NO
	Partanna	10854	82	44,4	53.7 %	In parte
	Poggioreale	1534	38	36,1	94.7 %	SI
	Salaparuta	1721	42	41,7	97.6 %	SI
	Santa Ninfa	5095	64	1,2	1.9 %	NO
TOTALE	23	171880	2.061	952	--	13

L'intero bacino ricade nei seguenti Fogli I.G.M. in scala 1:50.000:

- 594 – Partinico
- 607 – Corleone
- 608 – Caccamo
- 620 – Lercara Friddi
- 619 – Santa Margherita Belice
- 618 – Castelvetrano
- 627 – Selinunte

e nelle sezioni C.T.R. in scala 1:10.000 N°:

594160 – 606160 – 607030 – 607040 – 607050 – 607060 – 607070 – 607080 – 607090
– 607100 – 607110 – 607120 – 607130 – 607140 – 607150 – 607160 – 608010 –
608050 – 608090 – 608130 – 618030 – 618040 – 618070 – 618080 – 618110 – 618120
– 618150 – 618160 – 619010 – 619020 – 619030 – 619040 – 619050 – 619060 –
619070 – 619080 – 619090 – 619100 – 619110 – 627030 – 620050 – 620010.

1.2 Morfologia

Il Fiume Belice presenta un ampio bacino idrografico che si sviluppa dai Monti di Palermo a Nord alle spiagge del Mediterraneo a SW. L'assetto geomorfologico presenta pertanto caratteri variabili, da quelli tipici dell'entroterra isolano a quelli delle fasce costiere meridionali e sud-occidentali.

I rilievi più elevati si localizzano in corrispondenza delle impalcature carbonatiche dei circondari di Piana degli Albanesi, Corleone, Contessa Entellina e nella parte mediana del bacino, lungo lo spartiacque fra i due rami principali del Belice. Nella parte meridionale del bacino, invece, la morfologia è più uniforme in relazione alla litologia calcarenitico-sabbiosa ed argilloso-marnosa diffusa in maniera prevalente.

I tipi litologici in affioramento mostrano contatti stratigrafici e tettonici tanto tra le masse lapidee costituenti le strutture di maggior rilievo, quanto tra queste ultime e le masse plastiche che, come orizzonti più o meno continui, si estendono nel territorio del bacino. Così, man mano che si procede dai settori settentrionali, dominati dalle alture del palermitano, a quelli centrali, in cui compaiono più estesamente le masse plastiche, sino alla fascia costiera mediterranea, ove dominano prevalentemente i terreni arenaceo-sabbiosi, la morfologia varia, evidenziando forme definite, settori modellati con una morfologia ondulata e spianate dalla configurazione a terrazzi. Su questo tessuto caratterizzato da una frequente diversificazione della tipologia geolitologica delle rocce in affioramento, il reticolo idrografico del Belice si è articolato condizionando la configurazione geomorfologica di tutto il bacino.

Nel complesso, l'assetto morfologico del bacino si presenta abbastanza vario in quanto risente delle diversità ed eterogeneità dei tipi litologici affioranti: laddove predominano i termini più francamente lapidei si hanno pareti ripide e pendii scoscesi, mentre in corrispondenza dei termini litologici di natura prevalentemente argillosa i pendii presentano morfologia più dolce e modellata.

Il reticolo idrografico si adatta al substrato litologico cosicché le valli appaiono più strette nelle aree montuose e si slargano laddove i termini plastici lasciano ai corsi d'acqua maggiori spazi per la divagazione. I principali rami della rete idrografica scorrono incidendo, quindi, sia rocce lapidee che rocce sciolte, per cui lungo i versanti subentrano condizioni di dissesto e di intensa attività erosiva sia ad opera delle acque incanalate che del ruscellamento superficiale.

1.3 Idrografia

Il bacino del Fiume Belice è il più esteso della Sicilia Occidentale. Il corso d'acqua ha vita perenne ed uno sviluppo idrografico completo. Ad una cospicua zona sorgentizia, ubicata a Sud dei Monti di Palermo e a SW della Rocca Busambra, segue un tratto giovanile ripido, a forte pendenza, con alveo prevalentemente roccioso. Il tratto giovanile corrisponde in gran parte con le aste fluviali dei Fiumi Belice Sinistro e Belice Destro. A valle della confluenza tra questi ultimi il Fiume, modellandosi fra versanti argillosi e carbonatici, attenua la sua pendenza fino ad assumere il carattere vero e proprio di un fiume con decorso lento che si snoda in ampi meandri intagliando il pianoro calcarenitico compreso tra Castelvetro, Menfi e Porto Palo.

Il Fiume Belice si origina dalla confluenza dei due rami, il Belice Destro e il Belice Sinistro.

Il Bacino del Fiume Belice Destro si estende per circa 263 Km² interessando il territorio delle province di Palermo e Trapani. Il corso d'acqua trae la propria origine nella zona settentrionale del bacino, nel circondario dei comuni di S. Cristina Gela e Piana degli Albanesi, dalle falde della Moarda. In questa parte del bacino, nella stretta tra i monti Kumeta e Maganoce, è stata costruita la diga che forma l'invaso di Piana degli Albanesi. A valle del lago artificiale, il corso d'acqua prosegue sotto il nome di Fiume Grande e, dopo avere ricevuto gli apporti di alcuni piccoli affluenti e aver superato la stretta di Piano Campo, prende il nome di Fiume Pietralunga. In questo tratto il fiume, che si sviluppa per complessivi 55 Km, riceve numerosi torrenti, il più importante dei quali è il Fosso della Patria. Più a sud, in sponda destra, confluiscono il Vallone Borrachine e il Vallone Ravanusa. A valle della confluenza con il Vallone di Malvello (285 m), suo principale affluente di sinistra, il fiume assume la denominazione definitiva di Belice Destro.

Il bacino del Fiume Belice Sinistro ricade nel versante meridionale della Sicilia e si estende per circa 407 Km² interessando il territorio delle province di Palermo e Trapani.

Il corso d'acqua si sviluppa per circa 57 Km; esso trae la propria origine dalle pendici di M. Leardo e dalla Rocca Busambra con il nome di F. di Frattina ed è alimentato da alcuni piccoli torrenti tra i quali il fosso Bicchinello in territorio di Corleone. Dallo stesso circondario confluisce, sempre in sinistra idrografica, il T. Corleone che trae origine dalla zona settentrionale di M. Cardellia e attraversa il centro abitato di Corleone. Successivamente il corso d'acqua prende il nome di Belice Sinistro e riceve i vari affluenti, i principali dei quali sono il T. Batticano e T. Realbate. Il T. Batticano proviene dal circondario di Campofiorito e nasce dalle pendici di Montagna Vecchia e M. Barracù. Il T. Realbate raccoglie le acque provenienti dal territorio di Campofiorito e Contessa Entellina e trae origine dalle pendici settentrionali della Rocca Rossa e di Portella Balata, alle pendici di M. Genuardo. Dopo la confluenza con il T. Realbate (alla quota di 270 m) il corso d'acqua assume la denominazione di F. Belice Sinistro; prima della confluenza col ramo destro, esso riceve gli apporti del Vallone di Petrarò e del Vallone di Vaccarizzo, proveniente quest'ultimo dal circondario di Contessa Entellina e di Borgo Cavaliere.

Gli assi idrografici principali dei due fiumi scorrono all'incirca parallelamente con orientamento NE-SW. Dopo la confluenza (alla quota di 125 m s.l.m.) il Belice raccoglie le acque del T. Senore, posto in sinistra idrografica, che si origina dal circondario di Contessa Entellina tra il M. Gurgo, la Rocca Rossa e M. Genuardo. Dalla confluenza dei rami sinistro e destro il Belice, assumendo un orientamento NNE-SSW, percorre ancora circa 50 Km fino alla foce nel Mar Mediterraneo, in prossimità dell'abitato di Selinunte.

Nel bacino del F. Belice sono stati realizzati e messi in esercizio i serbatoi “Piana degli Albanesi” e “Garcia” rispettivamente sul Belice Destro e sul Belice Sinistro.

Le acque invasate nel serbatoio Piana degli Albanesi sono regolate dalla utilizzazione idroelettrica dell’ENEL e, in via secondaria, dalla domanda d’acqua per uso irriguo nella Conca d’Oro e per l’uso potabile per l’approvvigionamento idrico della città di Palermo.

Poco a valle della confluenza del Vallone di Petrarò è stato costruito il serbatoio Garcia posto alla quota di 198 m. La superficie diretta sottesa dalla sezione di chiusura del lago è di 362 Km². Da questa superficie occorrerà, in futuro, detrarre 36 Km² di bacino, i cui deflussi dovrebbero essere immessi nel costruendo serbatoio di Bifarera (nella parte alta del bacino del Belice Sinistro) e 32 Km² del bacino del T. Corleone, i cui deflussi dovrebbero essere immessi nel costruendo serbatoio di Piano Campo (sul F. Belice Destro). Pertanto, il serbatoio Garcia avrà un bacino diretto di 294 Km² con una capacità utile di circa 60 Mmc ed un volume medio annuo utilizzabile di circa 51 Mmc/anno. Le acque provenienti dalla parte alta del bacino del Belice Sinistro, nella zona in cui è chiamato anche F. di Frattina, che dovrebbero anche essere invasate nel serbatoio Bifarera, invece, allo stato attuale sono derivate mediante una traversa ed immesse nel serbatoio Scanzano. Il serbatoio Bifarera dovrebbe raccogliere i deflussi provenienti da circa 36 Km² di bacino e dovrebbe avere una capacità utile di 14 Mmc ed un volume medio annuo utilizzabile di 10.2 Mmc/anno.

Inoltre è in corso di ultimazione il serbatoio di “Piano Campo” poco a valle di Piana degli Albanesi.

Nessun serbatoio, invece, è previsto nel basso Belice.

Il Fiume Belice, come tutti i corsi d’acqua della Sicilia ha, particolarmente nei rami di monte, carattere tipicamente torrentizio.

Complessivamente il bacino presenta un reticolo idrografico abbastanza articolato con regimi di tipo torrentizio che si estrinsecano in prolungati periodi di assoluta siccità alternati a periodi di piena con tempi brevi di corrivazione dopo gli eventi meteorici. I maggiori volumi dei deflussi appaiono sempre concentrati nel semestre Novembre-Aprile.

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.

Per quanto concerne le caratteristiche di utilizzazione del suolo dell’area in studio è stata effettuata una analisi di larga massima, sulla base dei dati a disposizione presso la Regione Siciliana. Come si evidenzia nella carta riportata in Tav. 1, ad eccezione di alcune aree, quali quelle urbanizzate, quelle umide, gli invasi artificiali di Piana degli Albanesi e di Garcia ed alcune aree rocciose incolte, peraltro di estensione limitata, la gran parte del territorio è interessata da colture di vario genere.

Il seminativo semplice, le colture miste e le legnose agrarie miste sono le più diffuse; seguono, in termini di diffusione areale, le zone adibite a vigneto, mentre meno diffuse sono le aree coltivate ad uliveto. Aree di estensione molto limitata sono inoltre adibite ad agrumeto, a pascolo o interessate da macchia. Anche la copertura boschiva non è molto diffusa, essendo presente

essenzialmente in corrispondenza dell'area di Rocca Busambra e di Monte Genuardo, ed è rappresentata maggiormente da latifoglie ed in minor misura da bosco degradato e da conifere.

Nella Tab. 1.2 vengono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del Bacino del Fiume Belice, ricavate dai dati estrapolati dalla "Carta dell'uso del suolo" 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	0,65
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,37
1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	0,08
1.3.1. Aree estrattive	0,19
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1. Seminativi	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	53,84
2.2.1. Vigneti	13,17
2.2.2. Frutteti e frutti minori	0,15
2.2.3. Oliveti	7,24
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	1,56
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	4,62
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	5,30
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.1. Zone boscate	
3.1.1. Boschi di latifoglie	2,47
3.1.2. Boschi di conifere	0,83
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	0,48
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	4,85
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	3,25
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0,35
5. CORPI IDRICI	
5.1.2. Bacini d'acqua	0,59

1.5 Cenni di climatologia

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore sud-occidentale della Sicilia nel quale ricade il bacino idrografico del F. Belice, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia (Osservatorio delle Acque 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; è 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.; asciutto - subumido, sino a quote superiori ai 980 metri s.l.m. e subumido – umido a quote superiori ai 1300 m.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 cui si è fatto riferimento per l'analisi delle condizioni termopluviometriche.

Tab. 1.3 – Stazioni pluviometriche e termopluviometriche ricadenti nel bacino e nelle aree limitrofe.

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Lat.	Long.
Diga Arancio	1965-1994	Pluviometro	190	4.166.991	327.930
Montevago	1965-1994	Pluviometro	460	4.176.394	320.777
Partanna	1965-1994	Termo-pluviometro	407	4.176.557	313.430
Castelvetrano	1965-1994	Termo-pluviometro	190	4.173.062	304.528
Gibellina	1965-1994	Pluviometro	410	4.183.792	320.937
Roccamena	1965-1994	Pluviometro	480	4.189.005	337.194
Corleone	1965-1994	Termo-Pluviometro	594	4.186.905	350.362
Ficuzza	1965-1994	Termo-Pluviometro	681	4.194.198	356.380
Piana degli Albanesi	1965-1994	Pluviometro	740	4.205.426	349.235
Piana dei Greci	1965-1994	Pluviometro	616	4.203.576	349.201
San Giuseppe Jato	1965-1994	Termo-Pluviometro	450	4.203.743	340.416

All'interno dell'area in esame ricadono le stazioni pluviometriche di Burgio, Caltabellotta, Chiusa Sclafani, Pian del Leone, Prizzi e Ribera, mentre le stazioni termopluviometriche di Bivona, e Sciacca e la stazione pluviometrica di Palazzo Adriano, sono ubicate esternamente. Esse sono state considerate, in quanto le più prossime all'area.

1.5.2 Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni di Partanna, Castelvetro, Corleone, Ficuzza e San Giuseppe Jato, essendo queste ultime, tra quelle ricadenti all'interno del bacino del Fiume Belice o in aree limitrofe, dotate di termopluviografo.

I valori medi della temperatura sono riportati nella tabella 1.4

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	17,05
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	13,88
Sciacca	15	15,3	16,8	19,1	23,8	28	31	30,9	28	24,2	19,8	16,2	22,34

Prendendo in considerazione i dati rilevati nel periodo trentennale compreso tra il 1965 ed il 1994 e confrontando i valori relativi alle escursioni termiche annuali o a quelle mensili, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare. Naturalmente nell'analisi della termometria, nonché della pluviometria, che caratterizza l'area considerata, bisogna tenere conto della vastità del bacino idrografico, che comprende sia le zone montane dell'entroterra che le aree costiere meridionali della Sicilia; pertanto i dati medi relativi all'intero bacino sono puramente indicativi poiché le condizioni locali variano notevolmente a seconda della zona del bacino presa in esame.

Riferendosi alle medie stagionali si ottengono valori nella norma se si calcola l'escursione tra la temperatura media diurna e quella notturna, mentre forti differenze si ricavano dal confronto, per un dato mese, fra la temperatura diurna massima e quella minima notturna.

L'analisi dei dati mostra che nei mesi più caldi (Luglio e Agosto) la temperatura media è pari a 25.7°C e si raggiungono temperature massime di circa 43.0°C; invece, nel mese più freddo (Gennaio) la temperatura media è pari a 9.3°C e si raggiungono temperature minime anche inferiori allo 0° (-4.8 °C). Complessivamente, la temperatura media annua dell'intero territorio in esame è pari a 16.8°C.

1.5.3 Regime pluviometrico

L'analisi del regime pluviometrico è stata effettuata attraverso gli annali idrologici pubblicati dalla Regione Siciliana; in particolare, si sono presi in considerazione i dati inerenti al periodo 1965-1994 registrati dalle stazioni di rilevamento ricadenti all'interno del bacino del Belice, elencate nel precedente paragrafo.

Dalle analisi effettuate si evince che, nel periodo suddetto, il valore di piovosità media annua è pari a circa 617.80 mm.

Inoltre, nello stesso periodo considerato l'anno più piovoso è risultato il 1976, nel quale si sono registrati 948.40 mm di pioggia; l'anno meno piovoso, invece, è stato il 1977, con 200.80 mm.

Il mese più piovoso relativo al periodo considerato è stato quello di Febbraio del 1976 che ha fatto registrare ben 137.8 mm di pioggia.

In generale, nell'arco di ogni singolo anno i giorni più piovosi ricadono nel semestre autunno-inverno e, in particolare, nell'intervallo temporale Ottobre-Febbraio mentre le precipitazioni diventano decisamente di scarsa entità nel periodo compreso tra Maggio e Settembre.

In definitiva, i caratteri pluviometrici riportati delineano un clima di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale- invernale e quasi assenti in quello estivo.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee e, essendo le piogge concentrate in pochi mesi (essenzialmente nel periodo Ottobre-Febbraio), assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-dolomitica lo è anche nei mesi caldi, a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi (per fessurazione e/o per porosità nella coltre d'alterazione) che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

Inoltre, il ruscellamento superficiale risulta moderato anche a causa della morfologia dell'area in esame la quale mostra rilievi a pendenza generalmente bassa o moderata; esso, pertanto, diviene preponderante soltanto nelle zone in cui affiorano i terreni impermeabili e qualora si verificano forti rovesci della durata di poche ore.

Si evince, dunque, che la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso suddetto (Ottobre-Febbraio) e che, pur non mancando saltuari eventi piovosi negli altri mesi dell'anno, durante l'estate, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno per la mancanza di risalienza di acqua per capillarità.

I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994 sono riportati nella Tab. 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	787,8
Burgio	92,5	83,9	77,2	54,9	32,4	8,8	6,9	9,8	37,5	81,1	86,9	105,5	677,4
Caltabellotta	105,2	85,2	70,4	51,2	30	8,7	3,8	8,5	38	90,9	90,3	113,8	696,0
Chiusa Sclafani	105,1	90,2	77,2	64,2	37	9,6	6,2	11,7	39,8	88,4	91,7	108,8	729,9
Palazzo Adriano	105,7	93,5	75,5	61,4	28,3	9	3,6	15,2	43,2	83,6	96,6	123,6	739,2
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	763,2
Prizzi	93,3	88,9	69,1	59,8	32,4	8,3	8,7	12,6	47,9	84,6	93,2	107,2	706,0
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	520,8
Sciacca	68,6	69,6	53,9	40,8	21,8	4,5	1,9	9,1	25,3	24,2	19,8	16,2	355,7

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello invernale, con i mesi di dicembre, gennaio e febbraio più piovosi rispetto al mese di novembre. Nei restanti mesi le precipitazioni risultano medie con valori compresi tra 30 e 80 mm, ad eccezione del mese di luglio e agosto, che risultano scarse (< 20 mm).

2 CRITICITÀ ESISTENTI

All'interno del bacino in esame sono stati rilevate 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.

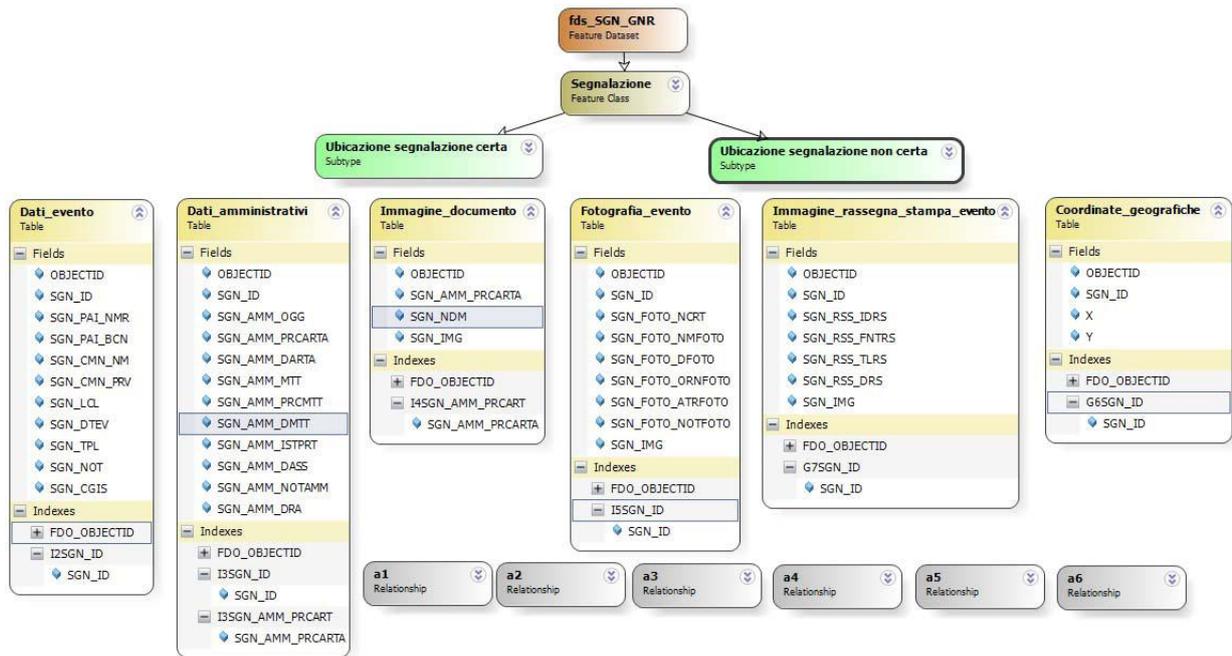
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

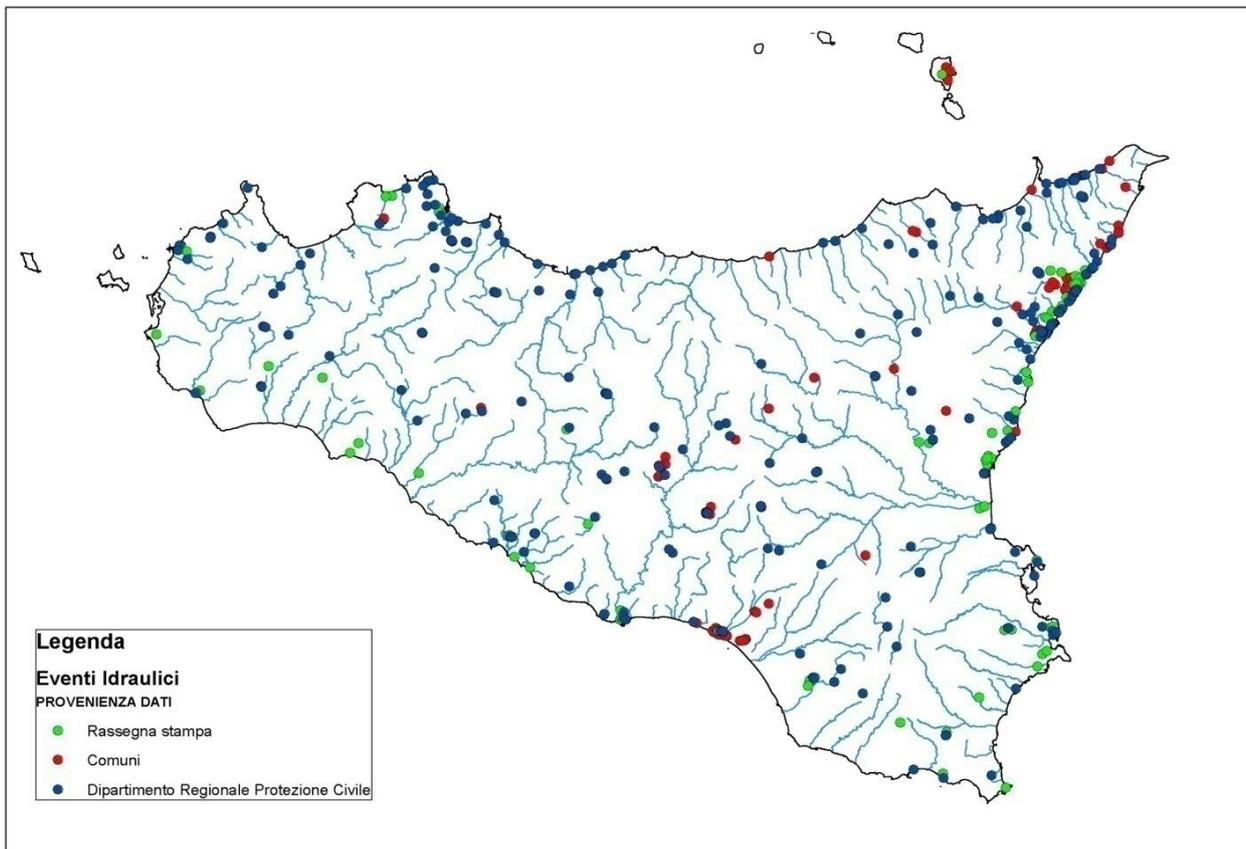
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

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 EventiSicilia e ricadenti nel bacino del F. Belice.

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

<i>Codice identificativo segnalazione</i>	<i>COMUNE</i>	<i>LOCALITA'</i>	<i>DATA EVENTO</i>	<i>DESCRIZIONE</i>
FS-EI-03,68,13	Montevago (AG)	Fiume Belice		Informazione derivante da fonti di stampa
FS-EI-03,72,13	Castelvetrano (TP)	Fiume Belice		Informazione derivante da fonti di stampa
PC-EI-057-6CO-001	Corleone (PA)	Scuola media G. Vasi	01/09/2009	Allagamenti – problemi alla pubblica e privata incolumità.
PC-EI-057-6CO-002	Corleone (PA)	Ospedale	10/09/2010	Piogge violente – Infiltrazioni d'acqua nei locali dell'ospedale
PC-EI-057-9SA-001	Salaparuta (TP)	Via Trentino	12/01/2010	Nubifragio – Danni alle coperture dell'edificio comunale dedicato a palestra.

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 Tabella 2.2 sono elencati i dissesti classificati come “*sito d'attenzione*” e ricadenti nel bacino idrografico del Fiume Belice.

Tab. 2.2 “ Siti d'attenzione” ricadenti nel bacino del F. Belice.

	Codice	Comune	N° Siti di Attenzione	CTR	Dentro centro abitato (Si/No)	Rischio
1	057-I-001	Sala Paruta	1	618040 618080 619010 619050	NO	Assente
2	057-I-002	Piana degli Albanesi	1	594160	NO	Assente
3	057-I-003	Piana degli Albanesi	1	594160	NO	Assente
4	057-I-004	Piana degli Albanesi	1	594160	NO	Assente
5	057-I-005	Piana degli Albanesi	1	607040	SI	Assente
6	057-I-006	Piana degli Albanesi	1	607040	NO	Assente
7	057-I-007	Piana degli Albanesi	1	607040	NO	Assente
8	057-I-008	Piana degli Albanesi	1	607040	NO	Assente

Nella Tab. 2.3 sono elencate le aree classificate a pericolosità idraulica non rispondenti all'art.6 del D.Lgs. 49/2010.

Tab. 2.3 - Aree a pericolosità idraulica non conformi a art. 6 D.Lgs. 49/2010.

	Codice	Comune	Località	CTR	Dentro centro abitato (Si/No)	Livello di Pericolosità	Rischio
1	057-I-009	Corleone	Via Papa Giovanni	607160	SI	P3	R4
	057-I-010		Zona S. Agata			P3	R4
	057-I-011		Zona S. Agata			P3	R2
	057-I-012	Poggioreale (TP) – Contessa Entellina (PA)			NO	P3	Assente
	057-I-013	Poggioreale (TP) – Contessa Entellina (PA)			NO	P3	Assente
	057-I-014	Poggioreale (TP)			NO	P3	Assente

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente studio, l'analisi territoriale del bacino del F. Belice è stata condotta utilizzando la cartografia di base CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aerofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione del Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana. Attraverso la loro osservazione e mediante i sopralluoghi svolti si sono individuati i siti di potenziale rischio.

Inoltre, lo studio geomorfologico ha inoltre messo in evidenza tutti gli elementi che possono segnalare aree potenzialmente inondabili quali 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 F. Belice ricade nel versante meridionale della Sicilia e si estende per circa 964 km² interessando il territorio delle province di Agrigento, Palermo e Trapani. Per estensione, il bacino è uno dei maggiori della Sicilia meridionale; esso comprende i sottobacini del F. Belice Destro con superficie di circa 263 km², del F. Belice Sinistro con superficie di circa 407 km² e del Basso Belice che si estende per circa 294 km². La rete idrografica si articola in due grandi rami: il Belice Destro e il Belice Sinistro. Il ramo destro prende origine nella parte più settentrionale del bacino, nel circondario dei comuni di S. Cristina Gela e Piana degli Albanesi. Da qui il F. Belice Destro prosegue per circa 55 km fino a congiungersi, in prossimità dell'abitato di Poggioreale, con il Belice Sinistro. Quest'ultimo trae origine dalle pendici del massiccio di Rocca Busambra e si sviluppa per circa 57 km. Dopo la confluenza, il F. Belice raccoglie le acque del T. Senore che si origina dal circondario di Contessa Entellina tra il M. Gurgo, la Rocca Rossa e M. Genuardo. Dalla confluenza dei rami sinistro e destro del Belice, il corso d'acqua percorre ancora circa 40 km fino alla foce nel Mar Mediterraneo.

A differenza della parte alta dei due rami principali, il corso del F. Belice non presenta un alveo fortemente inciso nella parte medio-bassa. Allo stato attuale, nel bacino del F. Belice è stato realizzato un serbatoio sul Belice destro, denominato Piana degli Albanesi, ed un serbatoio sul Belice sinistro denominato Garcia. Il F. Belice, come tutti i corsi d'acqua della Sicilia, ha, particolarmente nei rami di monte, carattere tipicamente torrentizio.

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 fase si è provveduto ad analizzare prioritariamente l'area a valle della confluenza tra il Belice destro ed il Belice sinistro. Tale scelta è stata dettata principalmente dal fatto che in tale zona sono stati individuati numerosi elementi a rischio, costituiti quest'ultimi principalmente da attraversamenti stradali del corso d'acqua stesso.

3.2 Studio Idrologico

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 condotto per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni in accordo con quanto indicato nel D.L. 180/98 e nella Circolare n.1/2003 dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente del 07.03.2003.

La metodologia utilizzata è descritta dettagliatamente nella Relazione Generale del P.A.I..

Il bacino idrografico del fiume Belice, di estensione pari a circa 960 km², è stato suddiviso in 10 sottobacini; per ogni sezione di chiusura dei sottobacini, sono state calcolate le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno.

Le stazioni idrometriche del bacino del F. Belice, che hanno funzionato in vari periodi a partire dal 1955, sono sei di cui: 1 sul F. Belice destro, 2 sul F. Belice Sinistro e 3 nel Basso Belice. Di quelle relative al Basso Belice, 2 sono localizzate sul T. Senore, affluente principale del corso d'acqua, mentre la terza è localizzata sull'asta principale del fiume. La stazione sul T. Senore a Senore, posta a 219 m s.l.m., sottende un bacino di circa 40 km², avente una altitudine media di 568 m s.l.m. In base a 5 anni di osservazioni (dal 1955 al 1957 e dal 1958 al 1960), risulta un deflusso medio annuo di 215 mm (pari a 8.6 Mm³/anno) contro gli 871 mm di precipitazione. La stazione sul T. Senore a Finocchiarà, posta a 126 m s.l.m., sottende un bacino di circa 77 km², avente una altitudine media di 422 m s.l.m. In base a 15 anni di osservazioni (dal 1961 al 1975) risulta un deflusso medio annuo di 160 mm (pari a 12.3 Mm³/anno) contro i 647 mm di precipitazione. La stazione Belice a ponte Belice, posta a 58,5 m s.l.m., sottende un bacino di circa 807 km², avente un'altitudine media di 467 m s.l.m. In base a 19 anni di osservazioni (dal 1955 al 1965 e dal 1968 al 1975) risulta un deflusso medio annuo di 161 mm (pari a 130 Mm³/anno) contro i 701 mm di precipitazione.

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

Lo studio idrologico 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 dislivelli 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 Belice

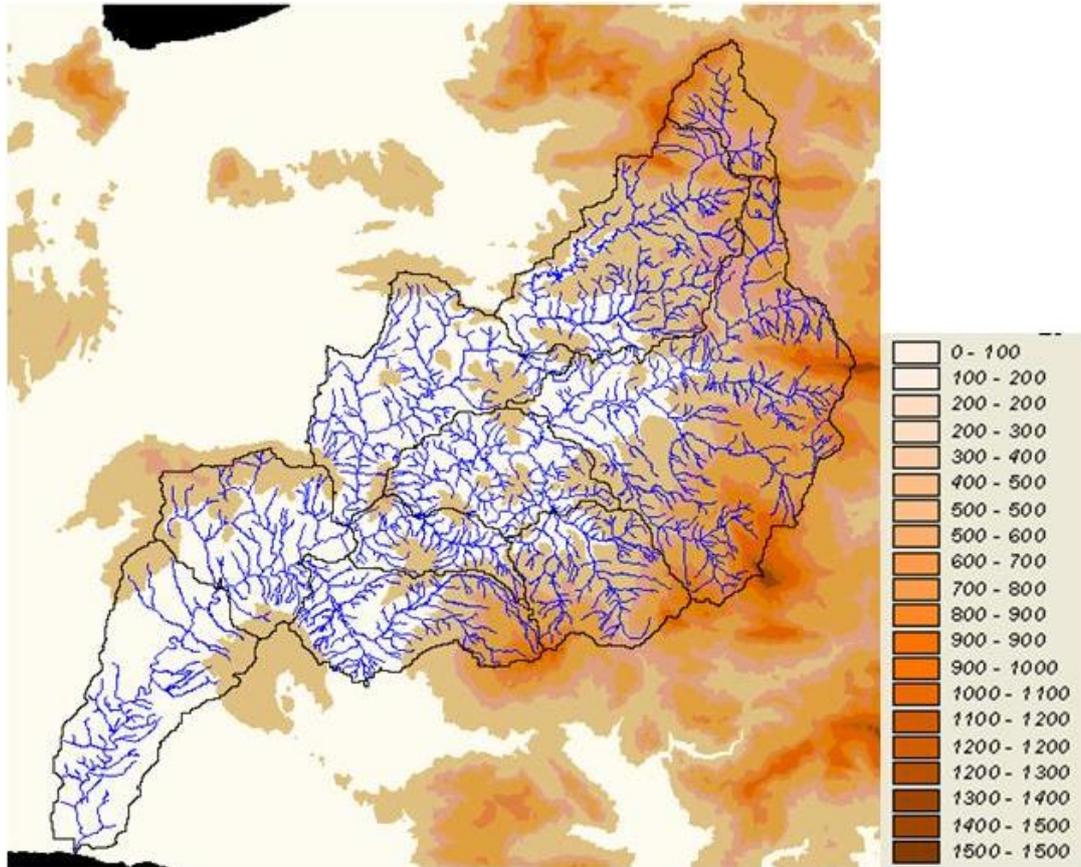
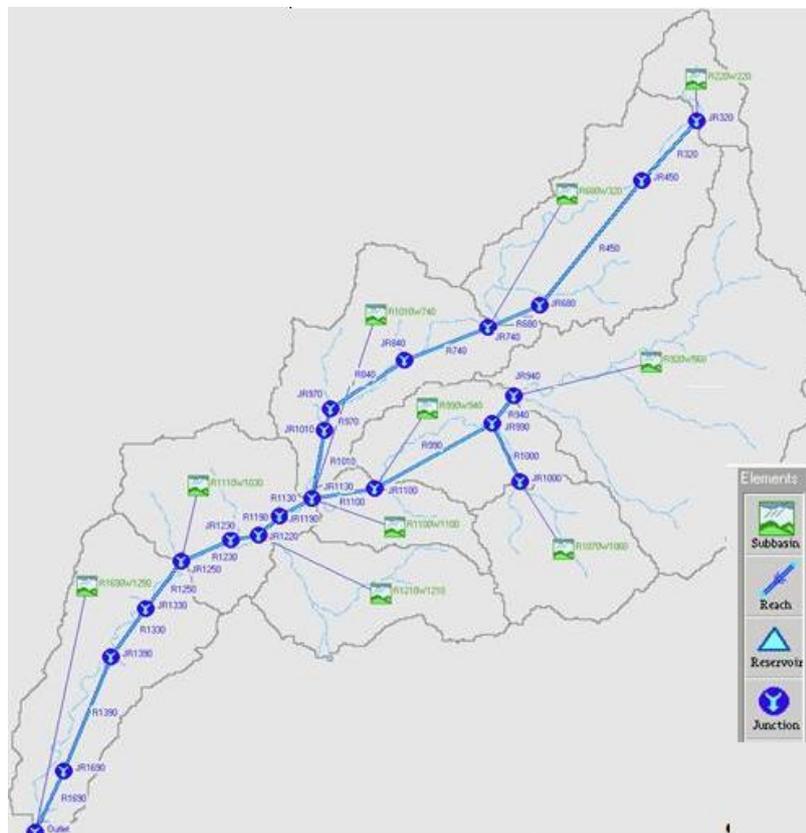


Fig. 3.2 - Schema idrologico del bacino idrografico del Fiume Belice utilizzato per il calcolo della massima portata al colmo di piena



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. 3.1, Fig. 3.2, Fig. 3.3 sono riportate le carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" per il bacino in esame; nella Fig. 3.4, 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. Lo ietogramma utilizzato è del tipo "Chicago". In particolare si è ipotizzato uno ietogramma centrato ed una durata critica pari a 12 ore.

Fig. 3.1 - DTM relativo alla distribuzione del parametro "a" nel bacino idrografico del Fiume Belice.

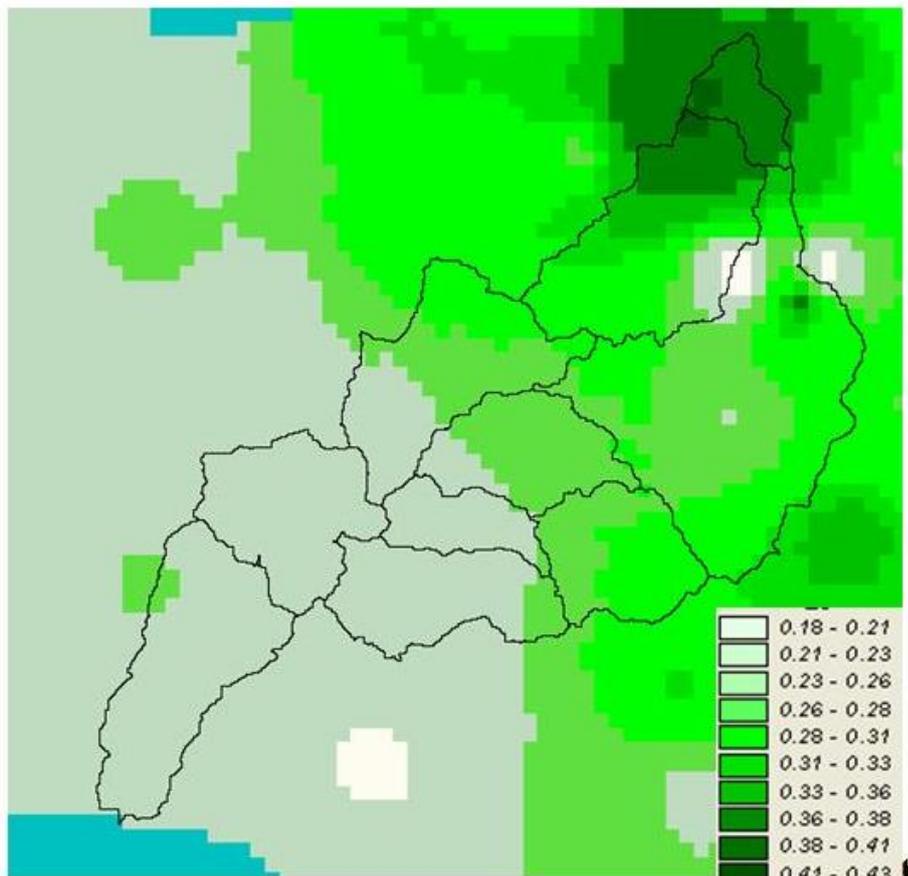


Fig. 3.2 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del Fiume Belice

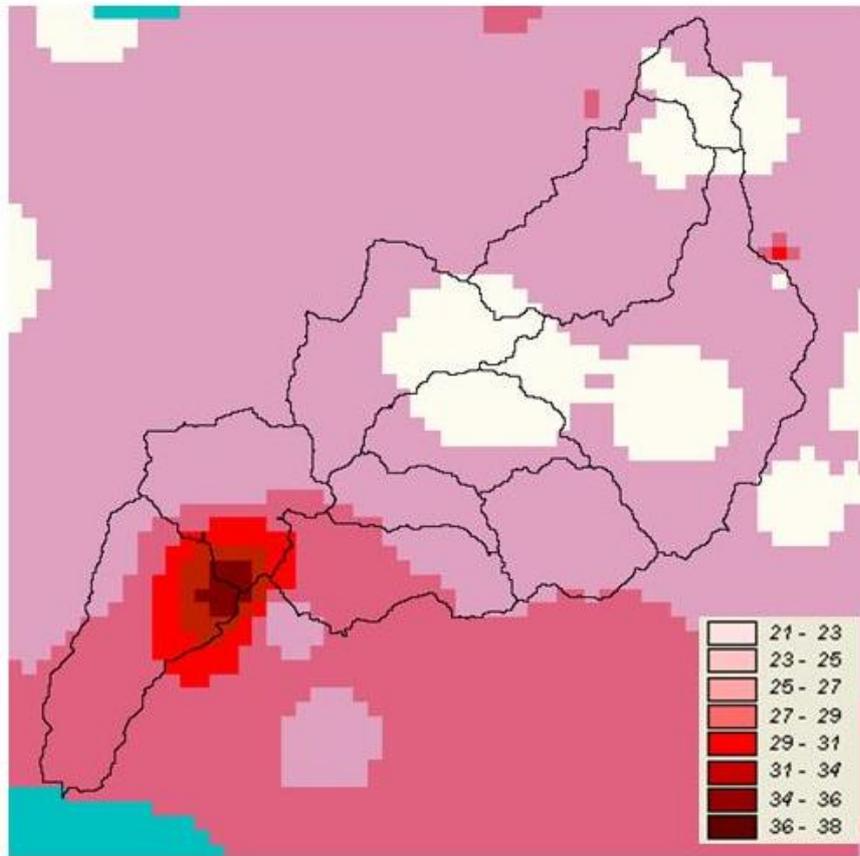
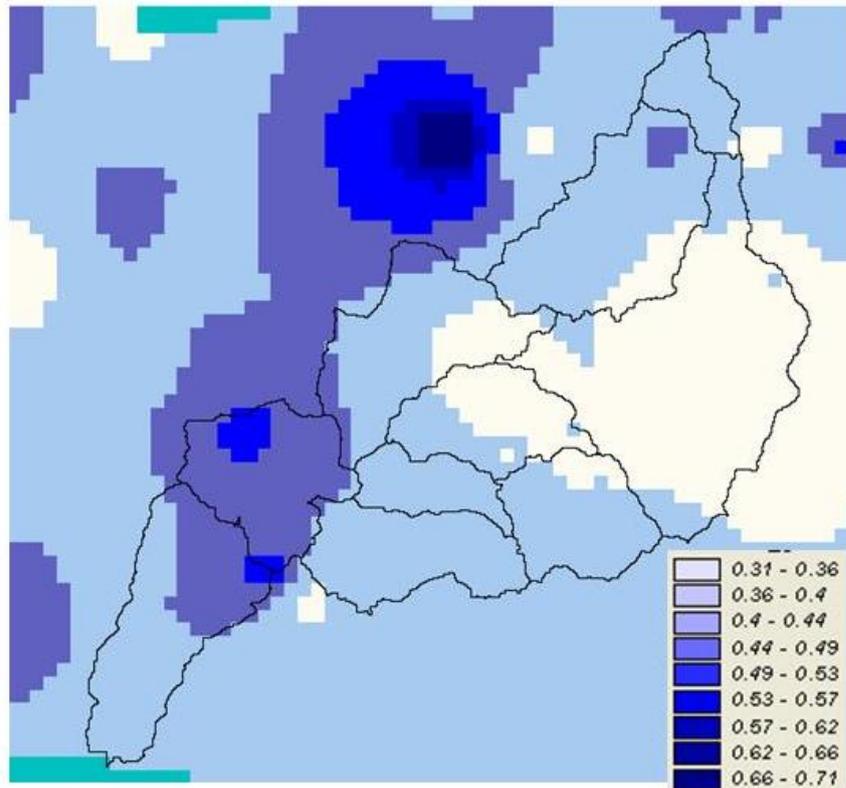


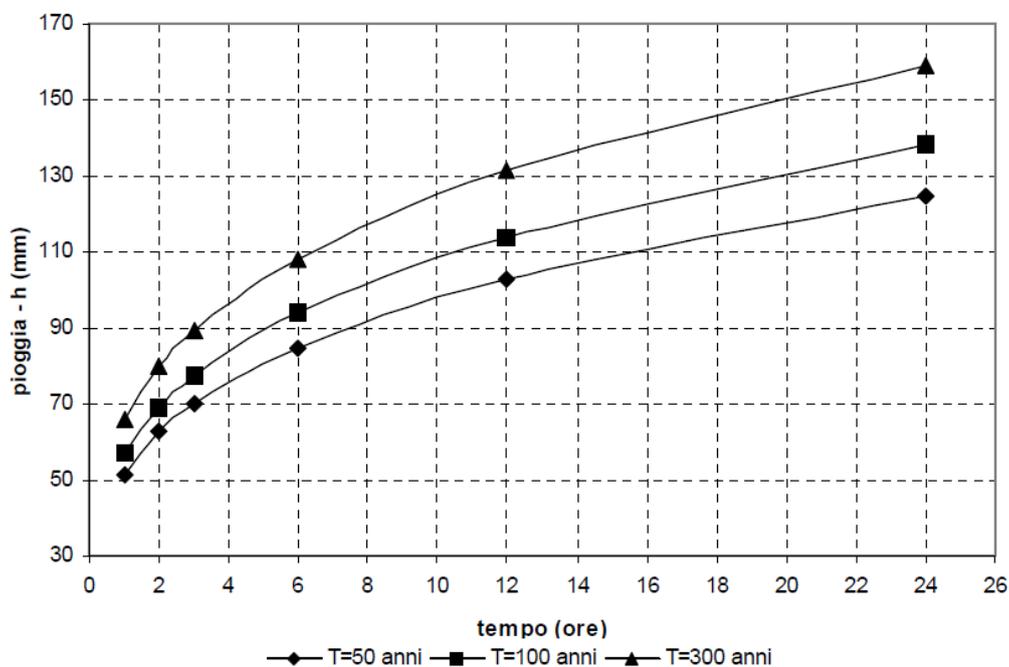
Fig. 3.3 - DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del Fiume Belice



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

Bacino Idrografico del Fiume Belice				
Bacino idrografico	Superficie totale (km ²)	a	n	CV
Fiume Belice	954	25,31	0,28	0,40

Fig. 3.4 - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del torrente Belice per fissati tempi di ritorno

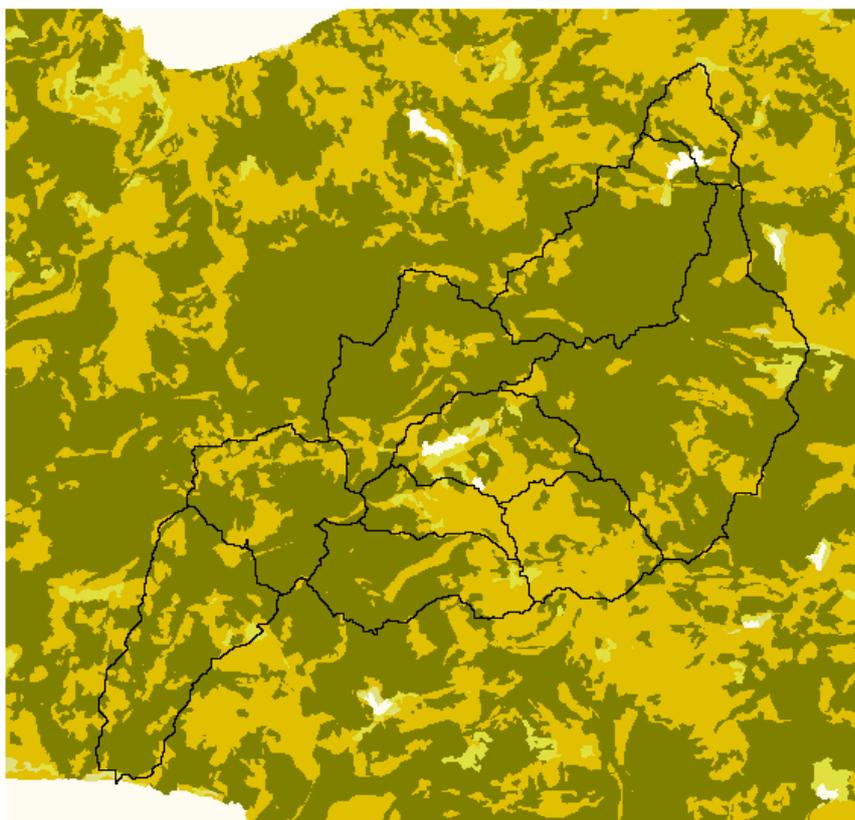


2. Calcolo della pioggia netta.

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, sono stati ottenuti utilizzando la distribuzione regionale.

In Fig. 3.5 è riportata la distribuzione areale del valore CN per i tre bacini in studio.

Fig. 3.5 - DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro "CN" nel bacino idrografico del Fiume Belice



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 Belice

Sottobacino N°	Area (km²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	29,55	R220W220	74,1
2	129,69	R680W320	80,8
3	237,22	R920W560	80,1
4	105,89	R1010W740	82,0
5	68,95	R990W940	74,9
6	70,59	R1070W1060	74,2
7	38,58	R1100W1100	74,0
8	84,55	R1110W1030	79,7
9	74,70	R1210W1210	79,2
10	114,10	R1690W1250	79,8

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 isocorrive 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 Belice.

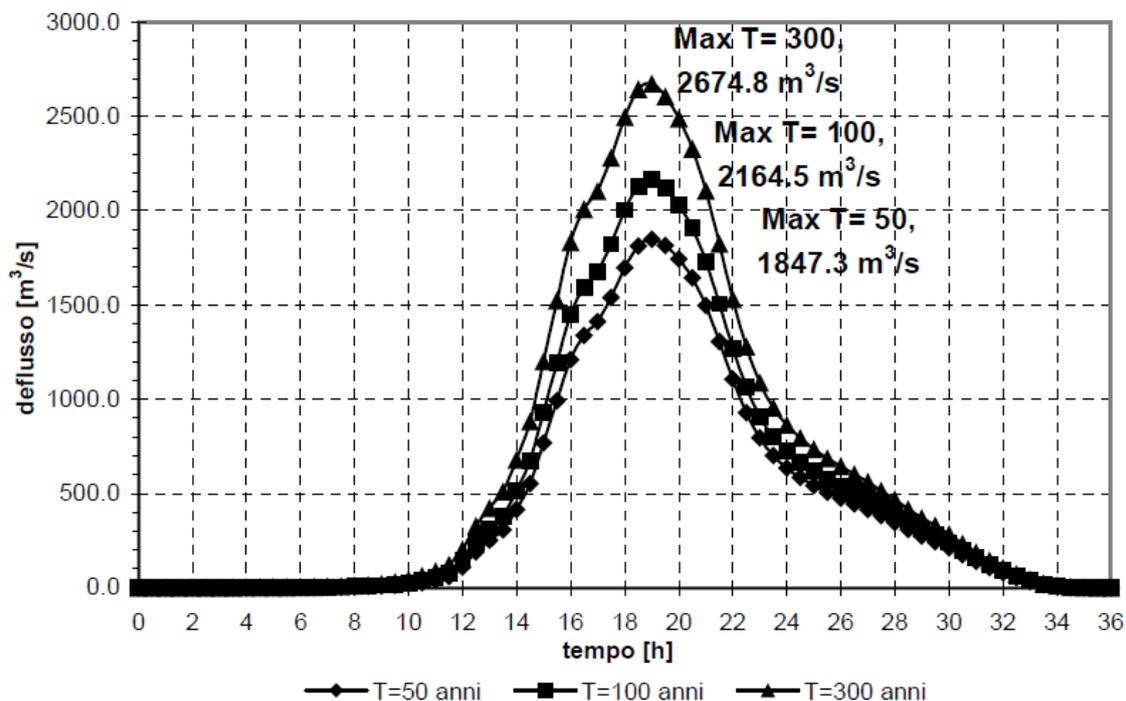
Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	29,55	R220W220	1,5
2	129,69	R680W320	4,5
3	237,22	R920W560	5,5
4	105,89	R1010W740	4,5
5	68,95	R990W940	3,5
6	70,59	R1070W1060	2,5
7	38,58	R1100W1100	3,0
8	84,55	R1110W1030	2,5
9	74,70	R1210W1210	4,5
10	114,10	R1690W1250	5,0

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. 3.6 è riportato l'idrogramma di piena relativo alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce del Fiume Belice, per i tre tempi di ritorno considerati.

Fig. 3.6 - Idrogrammi di piena alla foce del Fiume Belice 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	R220W220	29,55	117,48	139,96	176,45
2	R680W320	129,69	386,67	450,11	556,43
3	R920W560	237,22	705,6	823,28	1011,8
4	R1010W740	105,89	249,74	298,17	376,85
5	R990W940	68,95	187,6	222,74	279,68
6	R1070W1060	70,59	108,38	129,43	163,65
7	R1100W1100	38,58	377,65	437,61	533,16
8	R1110W1030	84,55	223,2	263,37	328,2
9	R1210W1210	74,70	349,3	408,15	502,48
10	R1690W1250	114,10	320,15	372,8	457,04

Tab. 3.5 - 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.

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	JR320	29,3	117,5	140,0	176,4
2	JR1000	69,2	249,7	298,2	376,8
3	JR740	159,5	495,9	581,1	718,1
4	JR940	236,2	705,6	823,3	1.011,8
5	JR990	305,4	779,1	910,4	1.121,1
6	JR1100	373,3	848,3	990,6	1.237,3
7	JR1130	677,5	1.588,5	1.870,5	2.325,4
8	JR1220	754,7	1.713,9	2.013,9	2.497,1
9	JR1250	841,1	1.772,4	2.081,3	2.579,0
	Foce (Outlet)	956,6	1.847,3	2.164,5	2.674,8

La valutazione della portata in alveo nelle sezioni a valle dell'invaso di Piana degli Albanesi e dell'invaso Garcia dovrebbe tenere conto anche dei volumi rilasciati, durante l'evento di piena, dallo scarico di superficie e dallo scarico di fondo delle due dighe, 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 di Piana degli Albanesi e dell'invaso Garcia e, quindi, l'effetto della loro 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 degli invasi, trascurando quella parte laminata dalle dighe. Tale scelta, seppur non rispecchi 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

Lo studio idraulico è stato condotto per il tratto fluviale che si estende dalla confluenza, tra il Belice destro ed il Belice Sinistro, fino alla foce per una lunghezza complessiva di circa 40 km.

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 sono stati integrati con tutte le indicazioni, di seguito descritte, che derivano dalle analisi cartografica e territoriale e dai sopralluoghi di campagna (verifica di alcune sezioni trasversali tratte dallo Studio delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico relativo al Serbatoio di Garcia sul F. Belice Sinistro del febbraio 1993, 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 cartografica è stata condotta utilizzando

- la Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000);
- i dati tratti dal predetto Studio delle onde di piena per ipotetico collasso dello sbarramento e per manovra degli organi di scarico relativo al Serbatoio di Garcia sul F. Belice Sinistro, redatto per il Consorzio di Bonifica Alto e Medio Belice di Palermo, oggi chiamato Consorzio di Bonifica 2;
- i dati tratti dagli elaborati del progetto esecutivo dei lotti relativi ai lavori di sistemazione idraulica realizzati alla fine degli anni '70 del tratto dell'asta principale del corso d'acqua che si estende dalla Statale n. 188 fino alla foce. Tali lavori sono stati eseguiti per conto del Consorzio di Bonifica del Basso Belice-Carboj.

3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dell'alveo

La morfologia del cavo fluviale, che dalla confluenza raggiunge la foce, è caratterizzata da un andamento planimetrico non regolare con forti pieghe a meandro, in alcuni casi racchiuse su se stesse a forma di cappio; tale andamento tende a ridursi nel tratto finale in prossimità della foce. Nell'intero tratto del corso d'acqua oggetto di verifica sono stati realizzati degli interventi di sistemazione idraulica consistenti nell'allargamento delle sezioni, nella realizzazione di argini, nella realizzazione di soglie di fondo per la correzione della pendenza e nella rettifica del tracciato planimetrico.

La pendenza dell'asta fluviale varia tra l'1 per mille, nel tratto vallivo, ed il 4 per mille, nel tratto medio-vallivo.

Per ciò che concerne le caratteristiche di resistenza idraulica, esse si differenziano a secondo che la sede di deflusso sia l'alveo o le aree di allagamento esterne alla sezione di deflusso.

Nel primo caso, le caratteristiche dipendono principalmente dalle dimensioni del materiale di fondo, dalla presenza e dal tipo di vegetazione fluviale e dalla morfologia plano-altimetrico delle sezioni e del tracciato fluviale. Per le aree limitrofe interessate da eventuali fenomeni 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.

In seguito ai sopralluoghi effettuati, sono stati fissati i valori dei coefficienti di scabrezza utilizzati nel modello idraulico. L'osservazione diretta dell'area in esame ha indirizzato ad una scelta di valori del coefficiente di Manning compresi tra 0,10 e 0,14 $m^{-1/3}$ s all'interno del canale, e valori compresi tra 0,02 e 0,04 $m^{-1/3}$ s nelle aree inondabili (vedi documentazione fotografica riportata nella Monografia).

3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.3.1 Attraversamenti

L'individuazione e caratterizzazione geometrica degli attraversamenti fluviali è necessaria per valutare, attraverso il software HEC-RAS, se la portata massima, calcolata per fissato tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni, defluisce senza sormontare l'attraversamento stesso.

Gli attraversamenti presenti lungo l'asta principale del corso d'acqua, che dalla confluenza dei due rami del Belice raggiunge la foce, sono elencati di seguito:

- ponte dello scorrimento veloce S.S. 624 – Palermo-Sciacca;
- ponte Diruto;
- ponte della S.P. n. 19 Salaparuta-S. Margherita Belice;
- ponte sulla S.S. 188;
- ponte sulla strada Partanna-Menfi;
- viadotto della nuova S.S. 115 Sud Occidentale Sicula;
- ponte della vecchia S.S. 115 Sud Occidentale Sicula;
- ponte della linea ferroviaria, attualmente in disuso, Castelvetro-Siacca.

Nella Monografia sono riportate la corografia generale del tratto del corso d'acqua studiato con l'ubicazione planimetrica dei principali attraversamenti presenti e le relative schede identificative.

3.3.3.2 Opere di sistemazione idraulica

Il Fiume Belice ed i suoi affluenti sono stato oggetto in passato di numerosi progetti di sistemazione idraulica eseguiti da parte del Consorzio di Bonifica del bacino dell'Alto e Medio

Belice, per il bacino a monte del ponte sul Belice della S.S. n.188, e da parte del Consorzio di Bonifica del Basso Belice-Carboj per la rimanente parte a valle del suddetto ponte della S.S. n.188.

Nei bacini montani, caratterizzati maggiormente da fenomeni erosivi, gli interventi di sistemazione idraulica sono consistiti principalmente nella realizzazione di briglie e soglie aventi lo scopo di ridurre la pendenza originaria degli alvei e di migliorare la stabilità delle pendici. Nella parte più pianeggiante del bacino, che interessa la parte terminale del Belice Destro e Sinistro ed il primo tratto del fiume dopo la confluenza, gli interventi di sistemazione idraulica sono consistiti nell'ampliamento delle sezioni dell'alveo mediante scavo, nella realizzazione di arginature e di difese spondali in gabbionate e di alcuni drizzagni. Nel tronco terminale del F. Belice fino alla foce, gli interventi sono consistiti nella realizzazione di briglie e controbriglie scatolari, soglie di fondo, arginature prevalentemente in terra e difese spondali in gabbioni e mantellate.

3.3.4 Verifiche Idrauliche

I valori delle portate al colmo di piena utilizzati per la verifica idraulica sono quelli corrispondenti ai Codici sezione HMS denominati in base alla sopra riportata Tabella 3.5: "JR1220" dalla sezione n. 38329 alla sezione n. 33588; "JR1250" dalla sezione n. 33588 alla sezione n. 23344; "Foce" dalla sezione n. 23344 fino alla foce. Tali sezioni sono riportate negli stralci planimetrici della Monografia.

Come detto precedentemente, per la simulazione idraulica è stato applicato il modello monodimensionale HEC-RAS nell'ipotesi di regime di moto permanente e corrente mista (mixed). In corrispondenza della sezione della foce, come condizione al contorno si è imposto il valore del tirante idrico pari a quello dell'altezza critica. Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena valutata, 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 Belice (foce)

Per la simulazione idraulica sono state considerate 85 sezioni la cui ubicazione è riportata negli stralci planimetrici delle sezioni dalla Figura 4.4.4.1 alla figura 4.4.4.8, riportate nella monografia; i risultati delle verifiche idrauliche sono riportati in forma tabellare ed in forma grafica in Appendice C della Monografia.

Applicando il modello HEC-RAS si sono ottenuti i risultati riportati nel documento ITR191_57_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_57_I_MONOGRAFIA è inoltre riportata una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

I valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati nelle sezioni n. 10593 e n. 10262, mentre i valori minimi presso la foce (sezione n.147); per quanto riguarda la velocità media, il

valore massimo si riscontra per un tempo di ritorno pari a 300 anni nella sezione n. 23778 mentre il valore minimo si ha nella sezione n. 1018 per un tempo di ritorno di 50 anni. È possibile osservare che i valori di velocità media sono significativamente ridotti in corrispondenza di valori delle sezioni idriche molto elevati. In Tabella 3.6 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie ottenuti in seguito alle simulazioni del modello HEC-RAS.

Tab. 3.6 - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Belice (foce)

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (<i>n. sezione*</i>)	Tirante idrico massimo [m] (<i>n. sezione*</i>)	Velocità minima [m/s] (<i>n. sezione*</i>)	Velocità massima [m/s] (<i>n. sezione*</i>)
50	1,7 (147)	10,2 (23800)	0,1 (1018)	10,1 (23778)
100	1,7 (147)	10,5 (10593)	0,1 (1018)	10,2 (23778)
300	1,7 (147)	11,1 (10262)	0,1 (1018)	10,3 (23778)

(*) Il numero della sezione rappresenta la distanza in metri della stessa dalla foce.

Dai risultati ottenuti dalla modellazione idraulica si osserva che la maggior parte delle sezioni del corso d'acqua non riesce a far defluire le portate al colmo di piena considerate senza dar luogo a fenomeni di esondazioni.

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, non essendo presenti degli elementi a rischio di importanza rilevante, tale risultato può senz'altro essere accettato come limite superiore degli eventi di esondazione con tempo di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni.

Nella Tabella 3.7 sono riportate le caratteristiche relative ai tiranti idrici massimi valutati a monte degli attraversamenti più significativi esaminati nel presente studio, per i tempi di ritorno considerati.

Tab. 3.7 - Caratteristiche relative ai tiranti idrici valutati a monte degli attraversamenti più significativi

N. sez. (*)	Denominazione dell'attraversamento	Comune interessato	Condizioni di efflusso	Tempo di ritorno (anni)
37016	Ponte dello scorrimento veloce S.S. 624 – Palermo-Sciacca,	TP	non libero	50
34755	Ponte Diruto	AG	non libero	300
33377	Ponte della S.P. n. 19 Salaparuta-S. Margherita Belice	AG	libero	300
23793	Ponte della S.S. 188	TP	non libero	300
14916	Ponte della strada Partanna-Menfi	AG	non libero	300
7894	Viadotto della nuova S.S. 115 Sud Occidentale Sicula	AG	libero	50
3561	Ponte della vecchia S.S. 115 Sud Occidentale Sicula	AG	non libero	50

Nota () Il numero della sezione rappresenta la distanza in metri della stessa dalla foce.*

La pericolosità "P", identificata con l'area inondata, è stata valutata seguendo la "metodologia semplificata", in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tab. 3.8).

Tab. 3.8 - 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 confluenza tra il Belice destro ed il Belice sinistro, sino alla foce del F. Belice. Le suddette aree sono state identificate con il codice 057-E01, 057-E02, 057-E03, 057-E04, 057-E05 e 057-E06.

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, denominate "Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione".

Le aree inondabili a monte della confluenza tra il F. Belice destro e sinistro sono state perimetrate in base alle segnalazioni trasmesse dal Comune interessato.

3.5 Analisi degli elementi esposti al rischio idraulico

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 (Dissesto codice 057-E01 ÷ 057-E06)

3.5.1.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.1.2 Nucleo abitato

Coinvolta una porzione del nucleo abitato (residence) in prossimità della foce del F. Belice.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nelle tabelle 3.10.1 e 3.10.2.

Tab. 3.10.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	084SP 45	
STRADA STATALE	SS188	

Tab. 3.10.2 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni Codice 057-E05

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
NUCLEO ABITATO		29
NUMERO ABITANTI COINVOLTI		29
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	081SP 17 EX SS 115 DIR SUDOCCID 081STRADA 6006 081STRADA6004	
STRADA STATALE	SS188 SS115	

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. Nella successive tabella 3.11.1, 3.11.2, 3.11.3, 3.11.4, 3.11.5 e 3.11.6, sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 057-E01, 057-E02, 057-E03, 057-E04, 057-E05 e 057-E06 aventi tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tab. 3.11.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 057-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	11,73
2.2.1 Vigneti	41,13

Tab. 3.11.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 057-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	21,19
2.2.1 Vigneti	66,66

Tab. 3.11.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 057-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	22,43

Tab. 3.11.4 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	53,70
2.2.1. Vigneti	236,11
2.2.3. Uliveti	1,68
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali	6,15

Tab. 3.11.5 - 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)
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	16,51
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	244,02
2.2.1. Vigneti	871,39
2.2.3. Oliveti	1,12
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	1,65
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	64,19
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	8,80

Tab. 3.11.6 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 50 anni Codice 057-E06

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	12,02

3.5.2 Elementi coinvolti per Tr=100 anni (Dissesto codice 057-E01 ÷ 057-E06)

3.5.2.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.2.2 Nucleo abitato

Coinvolta una porzione del nucleo abitato (residence) in prossimità della foce del F. Belice.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nelle seguenti tabelle 3.12.1 e 3.12.2.

Tab. 3.12.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	084SP 45	
STRADA STATALE	SS188	

Tab. 3.12.2 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni Codice 057-E05

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
NUCLEO ABITATO		32
NUMERO ABITANTI COINVOLTI		32
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	081SP 17 EX SS 115 DIR SUDOCCID 081STRADA 6006 081STRADA6004	
STRADA STATALE	SS188 SS115	

3.5.2.3 Tipologie uso suolo interessate da areale pericolosità Tr =100 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 tabelle 3.13.1, 3.13.3, 3.13.4, 3.13.5 e 3.13.6 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 057-E01, 057-E02, 057-E03, 057-E04, 057-E05 e 057-E06, aventi tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tab. 3.13.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	12,22
2.2.1 Vigneti	42,65

Tab. 3.13.2 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	22,10
2.2.1 Vigneti	67,65

Tab. 3.13.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	23,52

Tab. 3.13.4 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	55,74
2.2.1. Vigneti	248,28
2.2.3. Uliveti	1,79
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali	6,36

Tab. 3.13.5 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 062-E05

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (ha)
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	17,40
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	250,17
2.2.1. Vigneti	905,05
2.2.3. Oliveti	1,30
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	1,77
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	70,61
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	8,95

Tab. 3.13.6 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E06

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGAT (ha)
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	21,98

3.5.3 Elementi coinvolti per Tr=300 anni (Dissesto codice 057-E01 ÷ 057-E06)

3.5.3.1 Centro abitato

Nel caso in esame non è coinvolto alcun centro abitato.

3.5.3.2 Nucleo abitato

Coinvolta una porzione del nucleo abitato (residence) in prossimità della foce del F. Belice.

Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nelle seguenti tabelle 3.1.4.1, 3.1.4.2 e 3.1.4.3.

Tab. 3.14.1 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	084SP 45	
STRADA STATALE	SS188	

Tab. 3.14.2 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Codice 057-E05

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
NUCLEO ABITATO		33
NUMERO ABITANTI COINVOLTI		33
VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC)	081SP 17 EX SS 115 DIR SUDOCCID 081STRADA 6006 081STRADA6004	
STRADA STATALE	SS188 SS115	
BENI ARCHEOLOGICI	AREA ARCHEOLOGICA	

Tab. 3.14.3 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni Codice 057-E06

TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO	DENOMINAZIONE	NUMERO ABITANTI
BENI ARCHEOLOGICI	AREA ARCHEOLOGICA	

3.5.3.3 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 seguenti tabelle 3.1.5.1, 3.15.2, 3.15.3, 3.15.4, 3.15.5 e 3.15.6 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessate dall'areale di pericolosità rispettivamente dei dissesti 057-E01, 057-E02, 057-E03, 057-E04, 057-E05 e 057-E06 avente tempo di ritorno pari a 300 anni.

Tab. 3.15.1 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 300$ anni Codice 057-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	12,75
2.2.1 Vigneti	45,14

Tab. 3.15.2- Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 300$ anni Codice 057-E02

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	28,23
2.2.1 Vigneti	68,67

Tab. 3.15.3 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 300$ anni Codice 057-E03

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	24,04

Tab. 3.15.4 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 300$ anni Codice 057-E04

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	58,00
2.2.1. Vigneti	261,69
2.2.3. Uliveti	1,94
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali importanti	6,59

Tab. 3.15.5 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 062-E05

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	18,06
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	258,65
2.2.1. Vigneti	1004,33
2.2.3. Oliveti	1,46
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	1,89
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	79,19
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	9,05

Tab. 3.15.6 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per Tr = 100 anni Codice 057-E06

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA ALLAGATA (HA)
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	30,24

4 ANALISI ECONOMICA DEL DANNO ATTESO

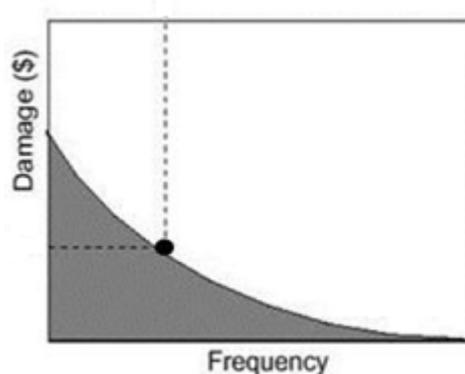
I danni possono essere suddivisi in “**diretti**” e “**indiretti**”; tale distinzione è dovuta al fatto che i beni possono essere a contatto o meno con l’evento naturale che nella fattispecie dell’evento alluvionale è l’acqua. Tali danni possono essere ulteriormente suddivisi in danni “**tangibili**” 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 economica 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. Belice.

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. Belice (057)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
057-E01	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	117316,90	0,63	73.909,64
057-E01	F. Belice	vigneti	411257,53	0,63	259.092,25
057-E02	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	211.886,93	0,63	133.488,77
057-E02	F. Belice	vigneti	666.634,28	0,63	419.979,60
057-E03	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	224293,17	0,63	141.304,70
057-E04	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	536980,95	0,63	338.298,00
057-E04	F. Belice	Uliveti	16820,61	0,63	10.596,99
057-E04	F. Belice	Vigneti	2361146,07	0,63	1.487.522,03
057-E04	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	61488,59	0,63	38.737,81
057-E05	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	641874,85	0,63	404.381,16
057-E05	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	2440190,24	0,63	1.537.319,85
057-E05	F. Belice	Vigneti	8713888,18	0,63	5.489.749,55
057-E05	F. Belice	Uliveti	11174,95	0,63	7.040,22
057-E05	F. Belice	Sistemi colturali e particellari permanenti	16455,57	0,63	10.367,01
057-E05	F. Belice	Aree industriali o commerciali	165149,50	475,50	78.528.586,40
TOTALE					88.880.373,96

Tab. 4.2 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=100 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Belice (057)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
057-E01	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	122210,69	0,63	76.992,74
057-E01	F. Belice	vigneti	426461,96	0,63	268.671,03
057-E02	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	220955,95	0,63	139.202,25
057-E02	F. Belice	vigneti	676468,48	0,63	426.175,14
057-E03	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	235242,52	0,63	148.202,79
057-E04	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	557373,26	0,63	351.145,16
057-E04	F. Belice	Uliveti	17935,59	0,63	11.299,42
057-E04	F. Belice	Vigneti	2482849,68	0,63	1.564.195,30
057-E04	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	63554,33	0,63	40.039,23
057-E05	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	706065,98	0,63	444.821,57
057-E05	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	2501731,04	0,63	1.576.090,55
057-E05	F. Belice	Vigneti	9050494,50	0,63	5.701.811,54
057-E05	F. Belice	Uliveti	13030,66	0,63	8.209,32
057-E05	F. Belice	Sistemi colturali e particellari permanenti	17656,14	0,63	11.123,37
057-E05	F. Belice	Aree industriali o commerciali	173968,80	475,50	82.722.162,42
TOTALE					93.490.141,81

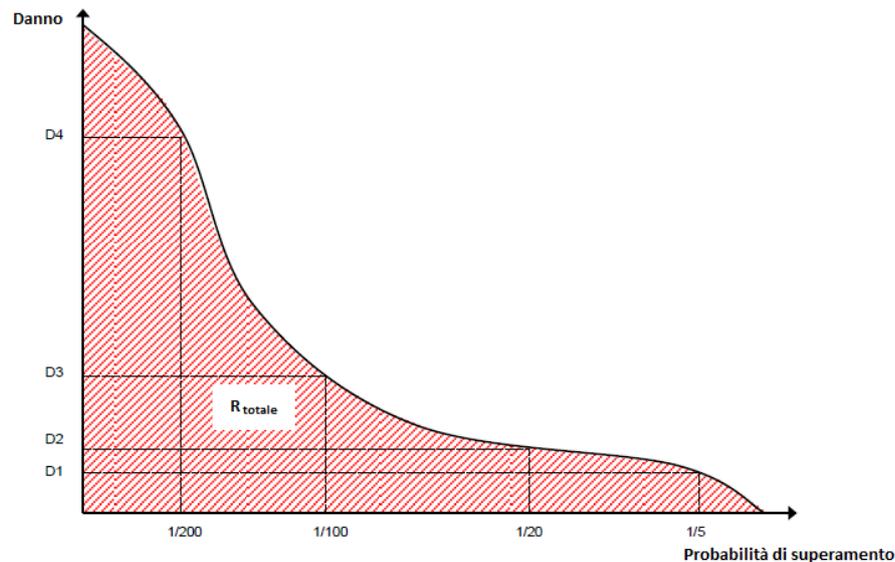
Tab. 4.3 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=300 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Belice (057)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
057-E01	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	127532,54	0,63	80.345,50
057-E01	F. Belice	vigneti	451397,63	0,63	284.380,51
057-E02	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	282296,98	0,63	177.847,10
057-E02	F. Belice	vigneti	686708,21	0,63	432.626,17
057-E03	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	240444,35	0,63	151.479,94
057-E04	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	580035,81	0,63	365.422,56
057-E04	F. Belice	Uliveti	19403,02	0,63	12.223,90
057-E04	F. Belice	Vigneti	2616887,35	0,63	1.648.639,03
057-E04	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	65888,52	0,63	41.509,77
057-E05	F. Belice	Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi naturali importanti	791863,77	0,63	498.874,18
057-E05	F. Belice	Seminatavi in aree non irrigue	2586455,57	0,63	1.629.467,01
057-E05	F. Belice	Vigneti	10043255,41	0,63	6.327.250,91
057-E05	F. Belice	Uliveti	14580,86	0,63	9.185,94
057-E05	F. Belice	Sistemi colturali e particellari permanenti	18920,31	0,63	11.919,79
057-E05	F. Belice	Aree industriali o commerciali	180588,91	475,50	85.870.028,21
TOTALE					97.541.200,53

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:

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

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

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

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

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. Belice (57).

Tab. 4.4 - Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del F. Belice (057)

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P₅₀) (€)	D(P₁₀₀) (€)	D(P₃₀₀) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
057-E01 057-E02 057-E03 057-E04	F. Belice	2.902.929,77	3.025.923,04	3.194.474,48	50.378,92
057-E05	F. Belice	85.977.444,19	90.464.218,76	94.346.726,05	1.498.244,80

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 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
	delocalizzazione	Misura per rimuovere gli elementi vulnerabili da aree a rischio, o per trasferirli in aree di bassa probabilità di inondazione e / o di rischio inferiore	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 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 Riduzione delle portate di al colmo tramite piani di Laminazione delle piene degli invasi		Non strutturali
	3.3 Piani di emergenza	3.1.4 Piani di protezione civile	Non strutturali
	3.4 Sensibilizzazione		Non strutturali
	3.5 Formazione		Non strutturali