

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.5 - Bacino Idrografico del Torrente Tusa



Monografia di Bacino

Novembre 2015

PREMESSA

La presente relazione illustra gli esiti dell'attività consociativa e di pianificazione delle misure di gestione del rischio alluvioni nel bacino idrografico del T.te Tusa.

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 D.Lgs. 49/2010.

Le mappe adottate con Deliberazione della Giunta Regionale 349 del 14 ottobre 2013 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.Lgs. 49/2010, tenendo conto dei rischi nelle aree di pericolosità in relazione alle categorie di elementi esposti indicati dall'art. 5 del D.Lgs. 49/2010.

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

INQUADRAMENTO GENERALE

1 AMBIENTE FISICO

1.1 Inquadramento geografico e amministrativo

Il bacino idrografico del Torrente Tusa ricade nel versante settentrionale della Sicilia, si estende per circa 162 Km² e ricade per la maggior parte nel territorio provinciale di Messina (circa 86%) ed in minima parte in quello di Enna e Palermo (rispettivamente il 4 e 10 % circa).

Il bacino preso in esame si sviluppa fra il centro abitato di Tusa (a nord-ovest), il limite con la Provincia di Palermo (a ovest e a sud) e i centri abitati di Motta D'Affermo e Mistretta (a est).

Sotto l'aspetto idrografico il bacino confina a nord-ovest con l'area territoriale compresa tra il bacino del Torrente di Tusa e il bacino del Fiume Pollina, a est con il bacino del Torrente di Santo Stefano e l'area territoriale compresa tra il bacino del Torrente di Santo Stefano e il bacino del Torrente di Tusa, a sud con il bacino del Fiume Simeto e ad ovest infine, con il bacino del Fiume Pollina.

A partire dalla foce la linea di spartiacque che delimita il bacino si sviluppa ad oriente lungo il perimetro occidentale dell'abitato di Motta d'Affermo e prosegue per le vette di Monte San Cuono, prosegue in direzione sud-est attraversando Monte Carrino, Santa Croce di Mistretta, Pizzo Santa Caterinella, costeggiando un'area situata ad occidente dell'abitato di Mistretta.

La linea di spartiacque prosegue in direzione sud sud-est, passando per le vette di Cresta Conigliera, Cozzo Bellanti, Monte Castelli e Portella Marcatazzo; a questo punto prosegue con direzione sud sud-ovest, per poi deviare in direzione ovest passando attraverso le vette di Monte Sambughetti, Monte Trippattura, Portella Pantano, Monte Saraceno, Monte Quattro Finaite e Passo Malopasseto.

Lo spartiacque procede verso settentrione passando per le vette di Rocca Valle Cuba, Timpa del Grillo, Cozzo Corvo, Cozzo Uruso, Monte Canalicchio e Cozzo Signorina.

A questo punto la linea di spartiacque procede con direzione nord nord-est, intercettando le vette di Pizzo Taverna, Serra di Cuozzo, Serra di Bruno, per attraversare infine il perimetro orientale dell'abitato di Castel di Tusa.

Il bacino idrografico del Torrente Tusa è compreso nei fogli n°597 – 610 – 611 della Carta d'Italia in scala 1: 50.000 dell'I.G.M.

Per quanto riguarda le C.T.R. in scala 1:10.000 l'area in studio ricade nelle seguenti 10 sezioni: 597160 – 610030 – 610040 – 610070 – 610080 – 610120 – 610160 – 611050 – 611090 – 611130.

All'interno del bacino ricadono i territori comunali dei seguenti comuni: Castel di Lucio, Mistretta, Motta d'Affermo, Pettineo, Reitano e Tusa, per la Provincia di Messina; Cerami e Nicosia per la Provincia di Enna e San Mauro Castelverde per la Provincia di Palermo. In particolare, tra i comuni

suddetti, quelli il cui centro abitato ricade all'interno del bacino sono Motta D' Affermo, Pettineo e Castel di Lucio.

In Tab. 1.1 si riporta l'elenco dei comuni ricadenti all'interno dell'area in esame, il numero dei residenti (dati ISTAT 2011), le superfici ed i centri abitati ricadenti all'interno dell'area in esame. I dati relativi alle superfici totali e parziali dei territori comunali sono stati determinati sulla base della informatizzazione, effettuata presso questo ufficio, dei limiti comunali identificati sulla cartografia regionale. Possono quindi sussistere delle difformità con i dati amministrativi forniti dall'ISTAT i quali sono invece basati su riferimenti cartografici (IGM 1:25.000) e amministrativi diversi.

Le principali infrastrutture di trasporto ricadenti parzialmente o interamente all'interno del bacino e nelle aree adiacenti sono le seguenti:

- Autostrada A20 Palermo - Messina;
- Strada Statale n. 113 e n 117;
- Linea ferroviaria Messina - Palermo.

Tab. 1.1 Territori comunali ricadenti nel bacino del Torrente Tusa

PROVINCIA	COMUNE	RESIDENTI (dati ISTAT 2011)	AREE			Centro abitato presente
			Area totale (Km ²)	Area nel bacino(Km ²)	Area nel bacino/Area totale(%)	
ME	Castel di Lucio	1366	28,17	28,17	100	si
	Mistretta	5014	126,80	62,21	49,06	no
	Motta d' Affermo	828	14,61	0,43	2,94	si*
	Pettineo	1433	30,98	30,98	100	si
	Reitano	829	13,92	0,091	0,65	no
	Tusa	3051	40,95	15,41	37,63	no
EN	Cerami	2150	94,69	0,0093	0,01	no
	Nicosia	14272	217,82	7,16	3,29	no
PA	San Mauro Castelverde	1847	114	17,25	15,13	no
	Totale	30790	681,94	161,63	23,70	

* Centro abitato ricadente parzialmente all'interno del bacino e non trattato nel presente studio.

1.2 Morfologia

La natura accidentata del territorio, con frequenti e rapide variazioni di quota, è principalmente imputabile al contrapporsi di colline argillose dai pendii dolci e poco acclivi e di rilievi lapidei arenacei con pendii acclivi e scoscesi.

Il territorio del bacino idrografico del Torrente Tusa è quasi privo di zone pianeggianti, fatta eccezione per alcuni "pianori" localizzati in piccole porzioni del territorio; viceversa, numerosi sono i rilievi che raggiungono buone altitudini. Tra di essi ricordiamo: a est Pizzo Santa Caterinella (m. 1151), Santa Croce di Mistretta (m. 1029) e Monte San Cuono (m. 924); a sud-est Cozzo

Bellanti (m. 1145); a sud Monte Sambughetti (m. 1557) e Monte Saraceno (m. 1168); a sud-ovest Timpa del Grillo (m. 1345), ad ovest Monte Canalicchio (m. 1266) e Pizzo Voturo (m. 1223); all'interno del bacino, invece, spiccano le vette di Pizzo Montagna (m. 1237), Cozzo Sant'Antonio (m. 1032) e Cozzo Tre Spine (m. 748).

Particolarmente significativo, per la caratterizzazione dei processi morfologici evolutivi, risulta lo stato dei segmenti fluviali di ordine minore, corrispondenti ai tratti iniziali dei singoli corsi d'acqua, che presentano un elevato gradiente di pendio con reticolato idrografico di tipo sub-dendritico; i segmenti di ordine maggiore che scorrono nei fondovalle, invece, hanno spesso percorso sinuoso, tendente a meandriforme, denunciando, quindi, bassi gradienti di pendio.

Il bacino mostra terreni da mediamente a discretamente pendenti; in maggioranza infatti, le pendenze risultano nella classe tra il 20 ed il 40%, mentre la percentuale dei terreni con pendenze minime (< 5%) è di circa 15% e la percentuale dei terreni con pendenze massime (> 70%) è pari all'incirca al 20%.

1.3 Idrografia

1.3.1 L'asta principale

Il torrente Tusa nasce in corrispondenza delle pendici settentrionali di Monte Sambuchetti, nel territorio comunale di Nicosia; nel tratto iniziale dell'asta, fino alla zona localizzata a est dell'abitato di Castel di Lucio, il torrente, che non ha un nome specifico, da luogo a una configurazione del bacino sicuramente di tipo dendritico, ricevendo sia in sinistra che in destra idraulica diversi corsi d'acqua effimeri a carattere torrentizio.

A est dell'abitato di Castel di Lucio, in corrispondenza delle pendici settentrionali di Punta Carbonara, il corso d'acqua riceve in sinistra idraulica le acque provenienti dal Vallone Burgisato; in corrispondenza di questo punto l'asta principale prende il nome di Vallone Ponte Piscasso.

Da questo punto l'asta principale procede con andamento mediamente sinuoso e con direzione SSE-NNO per poi intercettare in sinistra idraulica, nei pressi di c/da Ogliastro, nel territorio comunale di Pettineo, il Vallone Botticeddo, acquisendo definitivamente la denominazione di "Torrente di Tusa". Quest'ultimo, procedendo in direzione Nord, marca il confine territoriale tra i Comuni di Pettineo e Tusa, terminando il suo percorso ancora più a Nord, in corrispondenza del territorio comunale di Tusa, dopo avere ricevuto in prossimità dell'abitato di Pettineo, sempre in sinistra idraulica, le acque del Vallone San Pantaleo.

Il suddetto corso d'acqua scorre prevalentemente in direzione SSE-NNO, e con andamento piuttosto sinuoso, tendente al meandriforme in diversi tratti.

Gli affluenti principali del Torrente Tusa sono numerosi, ma fra i principali vengono analizzati, da sud verso nord, il Vallone Burgisato, il Vallone Botticeddo e il Vallone San Pantaleo.

1.3.2 Descrizione dei principali affluenti

1.3.2.1 Vallone Burgisato

E' ubicato nella zona meridionale del Torrente di Tusa; l'affluente nasce in corrispondenza delle pendici settentrionali di Pizzo Malopasseto e Cozzo Quattro Finaite, nei territori comunali di Castel

di Lucio e Mistretta, dove prende la denominazione di Vallone Trigna. Il corso d'acqua, con andamento debolmente sinuoso, procede in direzione SSE – NNO intercettando un punto in cui riceve alcuni affluenti secondari e prende il nome di Vallone Burgisato; da tale punto e fino all'asta principale, il vallone marca il confine territoriale tra i comuni di Castel di Lucio (a nord) e Mistretta (a sud).

1.3.2.2 Vallone Botticeddo

E' situato nel settore centro occidentale del Torrente di Tusa e nasce nei pressi di contrada Ciambra, in corrispondenza delle pendici orientali dell'omonimo Pizzo, nel territorio comunale di San Mauro di Castelverde, in Provincia di Palermo. L'affluente procede con direzione SSE - NNO e con andamento decisamente sinuoso sino alla c/da Ogliastroto, dove si unisce alle acque dell'asta principale.

Da rilevare che il corso d'acqua, dopo avere attraversato il territorio di San Mauro di Castelverde, marca il confine territoriale tra i comuni di San Mauro Castelverde (Provincia di Palermo) e Castel di Lucio (Provincia di Messina) e a pochi chilometri dalla foce, marca il confine territoriale tra i comuni di Castel di Lucio e Pettineo.

1.3.2.3 Vallone San Pantaleo

E' localizzato nella porzione nord occidentale del Bacino del Fiume Tusa, o ovest dell'abitato di Pettineo.

L'affluente nasce in territorio comunale di San Mauro di Castelverde, in Provincia di Palermo, in località Portella Taverna, dove prende il nome di Vallone del Leone. Il corso d'acqua, con andamento moderatamente sinuoso e con direzione pressoché O-E attraversa il breve tratto della Provincia di Palermo, per innestarsi in quello della Provincia di Messina, marcando da questo punto e fino all'innesto sull'asta principale il confine territoriale tra i comuni di Tusa e Pettineo.

Nel territorio di Pettineo, a nord di Case Loreto, il Vallone del Leone, in destra idraulica riceve le acque provenienti da un affluente secondario, e da quel punto assume il definitivo nome di Vallone San Pantaleo.

1.4 Uso del suolo

Nella Tab.1.2 viene rappresentata la distribuzione delle tipologie dell'uso del suolo, classificate secondo la Corine Land Cover, all'interno del Bacino del Torrente Tusa.

Tab.1.2 Tipologia uso del suolo dell'area

Tipologia di uso del suolo	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	
<i>1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale</i>	
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	0,26
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0,21
<i>1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati</i>	
1.3.1. Aree estrattive	0,18
<i>1.4. Zone verdi artificiali non agricole</i>	
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
<i>2.1. Seminativi</i>	
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	0,44

Tipologia di uso del suolo	%
<i>2.2. Colture permanenti</i>	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	0,16
2.2.3. Oliveti	13,13
<i>2.4. Zone agricole eterogenee</i>	
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	3,5
2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	13,12
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
<i>3.1. Zone boscate</i>	
3.1.1. Boschi di latifoglie	15,49
3.1.2. Boschi di conifere	0,01
3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie	4,48
<i>3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea</i>	
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	17,00
3.2.2. Brughiere e cespuglieti	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	28,31
3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	2,69
5. CORPI IDRICI	
<i>5.1. Acque continentali</i>	
5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie	1,02

1.5 Cenni di climatologia

Per definire il microclima del settore della Sicilia nord-orientale nel quale ricade il territorio in esame sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del territorio o limitrofe ad esso.

1.5.1 Stazioni

In Tab. 1.3 sono riportate le stazioni termopluviometriche e pluviometriche cui si è fatto riferimento per l'analisi delle condizioni termopluviometriche (dati da aggiornare con quelli recenti).

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

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				LATITUDINE	LONGITUDINE
CASTEL DI LUCIO	1965-1994	Pluviometro	613	4204313	432670
MISTRETTA	1965-1994	Pluviometro	772	4193160	439907
TUSA	1965-1994	Pluviometro	910	4196838	442864
CEFALÙ	1967-1994	Termo-pluviometro	30	4209929	413700
SAN FRATELLO	1965-1994	Termo-pluviometro	690	4207809	464887
PETRALIA SOTTANA	1965-1994	Termo-pluviometro	930	4184090	419297

1.5.2 Regime termico

. I valori medi della temperatura registrati nelle stazioni termo pluviometriche presenti all'interno del torrente Tusa sono riassunti nella Tab. 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
CEFALÙ	12,9	13,2	14	16,2	19,6	23,2	25,1	26,2	24,2	21,2	17,4	14,5	19,98
SAN FRATELLO	9,2	9,4	10,9	12,9	17,1	20,5	23,6	24,1	22	18,2	13,8	10,6	16,03
PETRALIA SOTTANA	5,6	6,0	8,4	10,6	15,8	20,4	23,2	22,9	19,2	14,6	10,4	7,0	13,68
MEDIA	9.23	9.53	11.10	13.23	17.50	21.37	23.97	24.40	21.80	18.00	13.87	10.70	16.56

1.5.3 Regime pluviometrico

. I valori della piovosità media mensile in mm, registrati dalle stazioni pluviometriche ricadenti nel bacino del torrente Tusa nel 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
CASTEL DI LUCIO	114,8	109,7	90,5	66,7	35,4	15,3	8,2	22,4	51,6	92	91,3	123	820,6
MISTRETTA	129,9	134	99,9	82,1	39,5	17,4	8,8	21,1	63,8	109,3	62,4	130,2	928,7
TUSA	13,5	105,2	80,1	65,1	38,9	15,4	8,9	24,8	51,8	90,3	81,4	104,6	780,0
CEFALÙ	75,7	77,5	65,2	49,7	27,7	9,1	9,3	12,0	36,7	71,5	65,8	95,5	619,4
SAN FRATELLO	111,1	109,6	86	83,9	41,2	27,2	14,8	24,6	54,6	106,1	100,4	115,7	871,4
PETRALIA SOTTANA	120,4	112,9	86,5	58	31,1	12,8	5,9	8,2	33,8	79,4	86,1	126,1	714,2
MEDIA	94.23	108.15	84.70	67.58	35.63	16.20	9.32	18.85	48.72	91.43	81.23	115.85	789.05

2 CRITICITÀ ESISTENTI

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

Le suddette aree, oggetto di futuri studi e approfondimenti, 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 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.

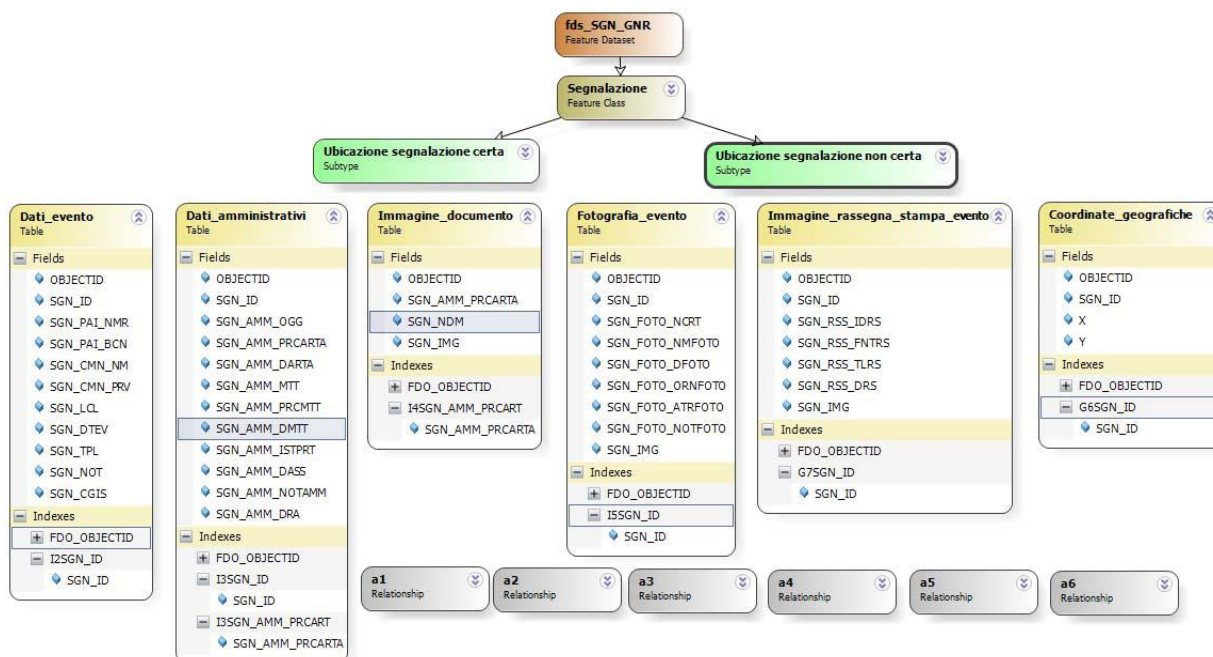
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

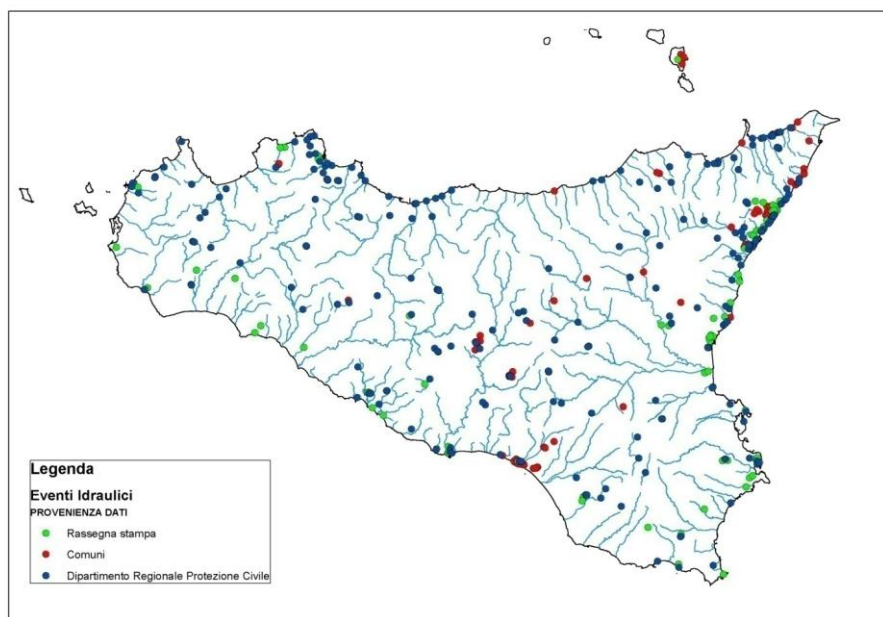
Il Catasto verrà costantemente aggiornato L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Fig. 2.1- Struttura DB EventiSicilia 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



nel censimento DB EventiSicilianon risultano dissesti di natura idraulica ricadenti nel bacino del torrenteTusa.

2.2 Siti d'attenzione e pericolosità idrauliche non studiate

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 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 Tab. 2.1 sono elencati i dissesti classificati come “*sito d’attenzione*” e ricadenti nel bacino del torrente Tusa

Tab. 2.1 “ Siti d’attenzione” ricadenti bacino torrente Tusa

Codice	Comune	Località	Popolazione esposta	Riferimento CTR
024-I-001	Tusa	Stazione di Tusa	15	597160

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente studio l'analisi territoriale del bacino del T.te di Tusa è stata condotta sulla base dello studio condotto nel PAI nel quale è stata utilizzata Carta Tecnica Regionale CTR a scala 1:10.000 e un ausilio aereofotogrammetrico rappresentato dalle ortofoto IT2000 messe a disposizione dal Dipartimento di Urbanistica della Regione Siciliana.

L'individuazione degli elementi a rischio e la loro correlazione con il reticolo fluviale ha permesso di individuare per i manufatti di attraversamento e le opere antropiche in prossimità dell'alveo le situazioni di potenziale rischio.

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

Il bacino idrografico del T.te di Tusa ricade nel versante settentrionale della Sicilia, ricopre una superficie di circa 160 km² e ricade principalmente nel territorio della provincia di Messina e marginalmente in quello delle province di Palermo e Enna.

L'elevata altitudine massima e media del bacino (1558 e 715 m s.l.m.), in relazione alla limitata estensione, rappresenta elemento peculiare della conformazione idro-geografica dell'area in esame, dal quale dipendono importanti aspetti sul processo di formazione e sulle caratteristiche delle piene del corso d'acqua. Tali circostanze determinano tempi di corrivazione alquanto bassi e, durante piogge intense, si verifica una rapida formazione delle piene e una notevole velocità delle acque che esaltano l'azione erosiva con conseguente abbondanza di trasporto solido.

Il Torrente di Tusa si origina nel territorio del comune di Nicosia e si sviluppa per circa 26 km attraversando i territori comunali di Nicosia, Mistretta, Castel di Lucio, Pettineo, Tusa e soltanto in prossimità della foce quello di Motta d'Affermo, interessa la porzione nord-occidentale dei Monti Nebrodi, non lontano dalla zona di passaggio al gruppo delle Madonie, più ad ovest.

Nel basso corso il torrente si presenta con caratteristiche di "fiumara", a letto largo, con un cospicuo accumulo alluvionale e con un alveo naturale di magra piuttosto stretto e poco profondo, a tratti diviso in più rami e contornato da ampie zone golenali che si estendono fino alle pendici collinari. Ad una decina di chilometri verso monte, tale letto si riduce notevolmente e perde la sua individualità biforcandosi più volte in corsi d'acqua ed impluvi più stretti e profondi, con pendenze e tortuosità dell'asta torrentizia via via maggiori.

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.

3.2 Studio Idrologico

Il bacino idrografico del Torrente di Tusa ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende per circa 160 km² interessando il territorio della provincia di Messina e marginalmente quello di Enna e Palermo.

Esso è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, con addensamento delle piogge nel semestre invernale-primaverile (da ottobre a marzo). La media annua delle precipitazioni è tra le più elevate della Sicilia, oscilla infatti da 800 a 900 mm.

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

Il bacino idrografico del Torrente di Tusa è stato suddiviso in 4 sottobacini per ognuno dei quali, in corrispondenza delle sezioni di chiusura, sono state calcolate le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno.

Di seguito si riportano, sinteticamente, la procedura adottata ed i risultati dello studio idrologico condotto. Lo studio è stato sviluppato in due fasi successive:

- la prima fase, definita di *pre-processing*, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM- Digital Elevation Model), il reticolo idrografico, i displuvi e, quindi, i limiti di bacino e dei sottobacini, ciascuno dei quali corredato dai principali parametrimorfologici;
- la seconda fase, di *modellazione idrologica*, ha permesso di simulare, mediante il modello HEC-HMS e 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 Fig. 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 Fig. 3.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HECGeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

Fig. 3.1 DEM (Digital Elevation Model) relativo al bacino del Torrente di Tusa

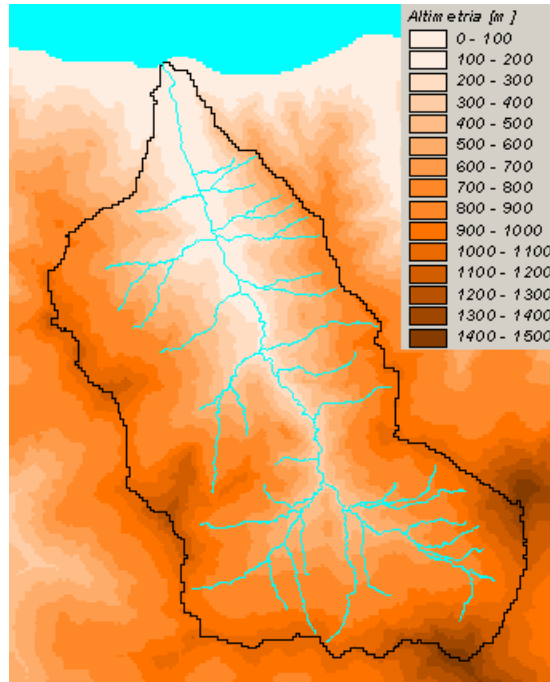
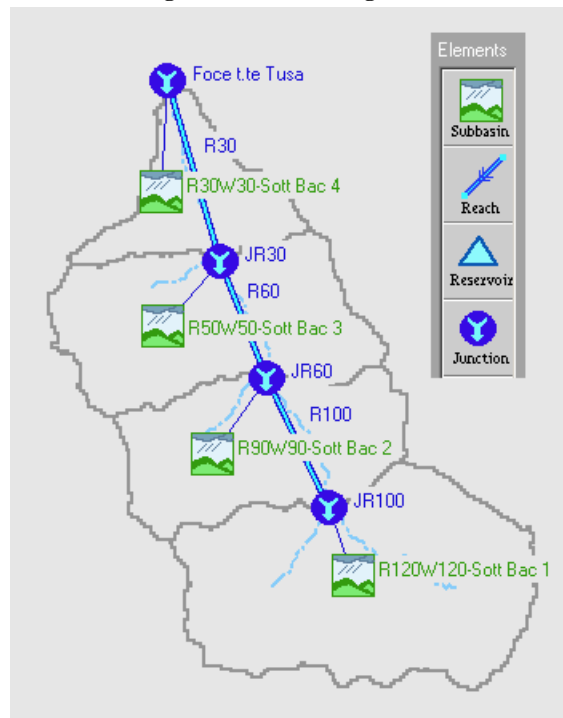


Fig. 3.2 Schema idrologico del bacino idrografico del Torrente di Tusa



Lo studio è stato effettuato 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 (vedi Relazione Generale) per l'intero bacino in esame. Questa fase ha richiesto la determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" per il bacino in studio. A partire dalle carte dei valori di "a", "n" e "CV" (Tavv. 1, 2 e 3 della Relazione Generale P.A.I.) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tab. 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Nelle Fig. 3.3, Fig. 3.4, Fig. 3.5 sono riportate le carte dei valori di “a”, “n” e “CV” in corrispondenza del bacino in esame, in sono riportate le curve di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati e 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 6 ore.

Fig. 3.3 DTM relativo alla distribuzione del parametro “a” nel bacino idrografico del torrente Tusa

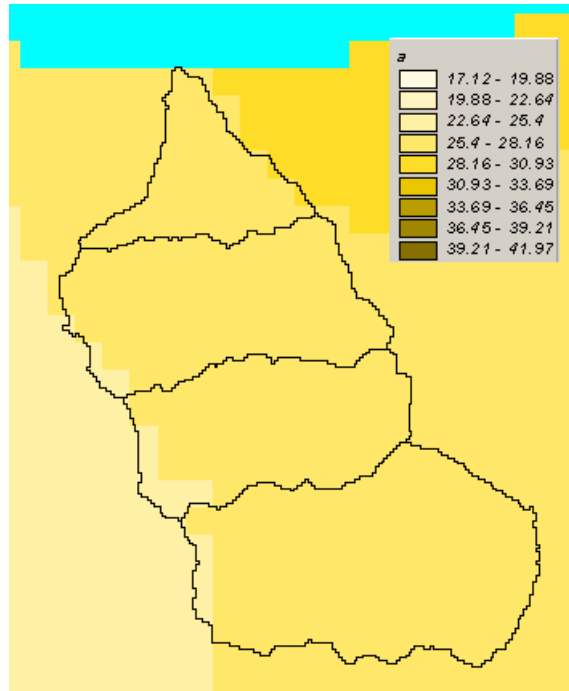


Fig. 3.4 DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nel bacino del Torrente Tusa

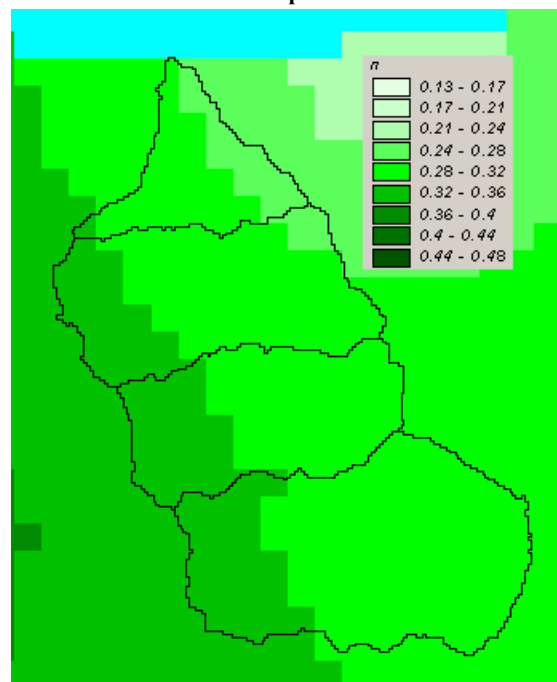
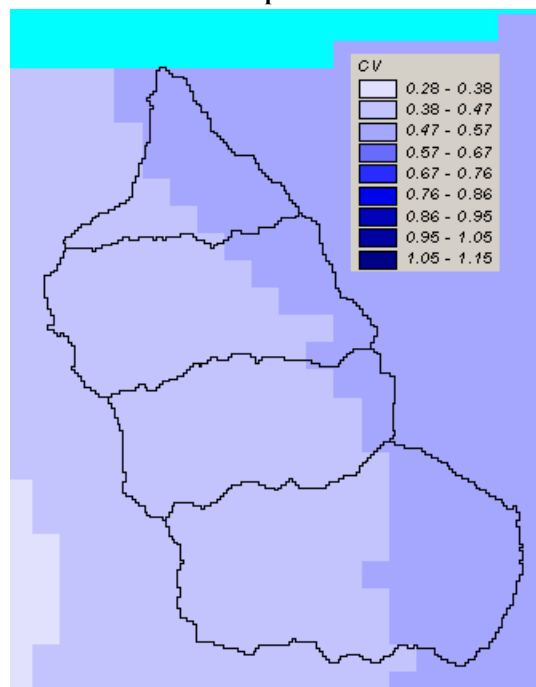


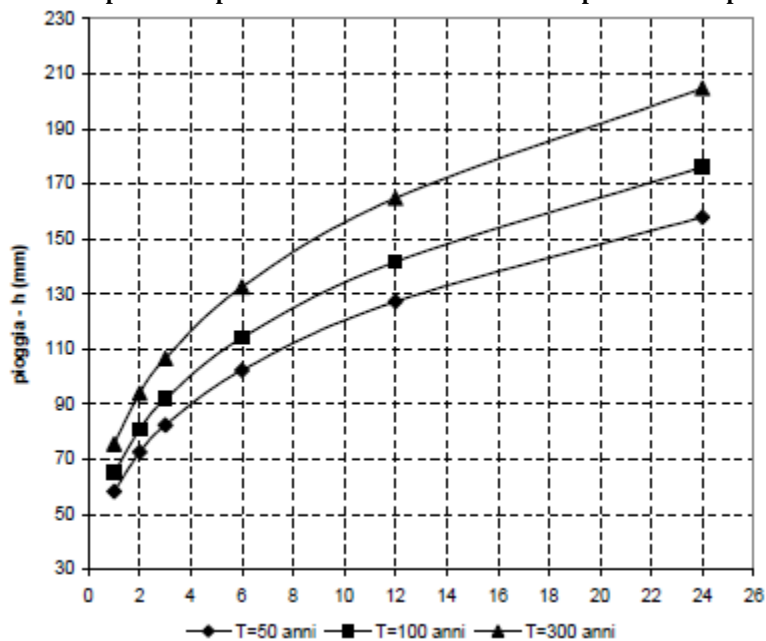
Fig. 3.5 DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nel bacino del Torrente Tusa



Tab. 3.1 Valori medi areali dei parametri “a”, “n” e “CV” relativi al bacino Torrente Tusa

Bacino idrografico	Superficie totale (km ²)	a	n	CV
Tusa	161,8	26,49	0,31	0,46

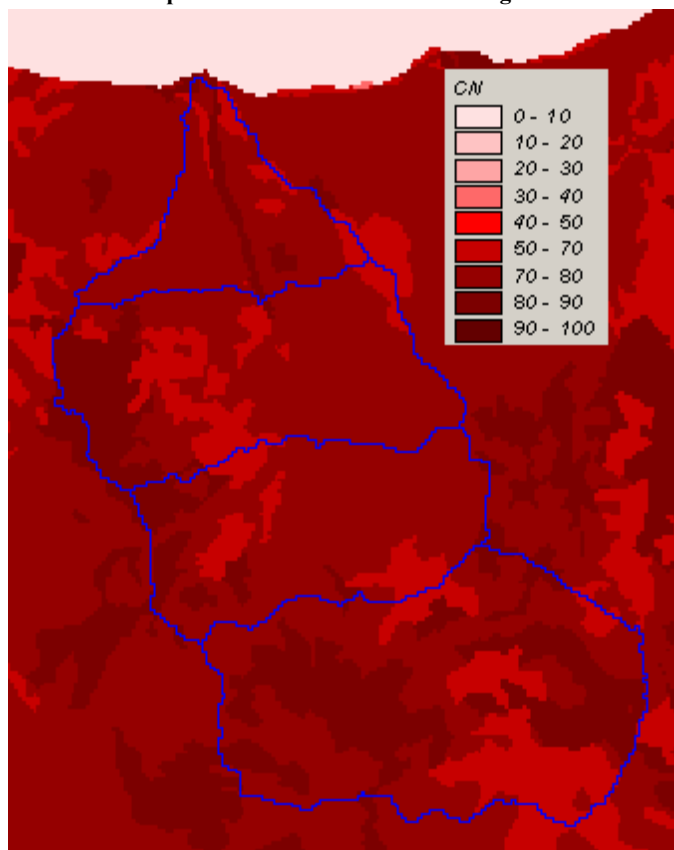
Fig. 3.6 Curve di possibilità pluviometrica del Torrente di Tusa per fissati tempi di ritorno.



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. In Fig. 3.7 è riportata la distribuzione areale del valore CN per il bacino in studio

Fig. 3.7 Distribuzione del parametro “CN” nel bacino idrografico del Torrente di Tusa



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

Tab. 3.2 Valori medi del parametro CN per ogni sottobacino del torrente Tusa

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	CN
1	62,63	R120W120	80,85
2	36,53	R90W90	79,87
3	42,90	R50W50	79,87
4	19,72	R30W30	79,08

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

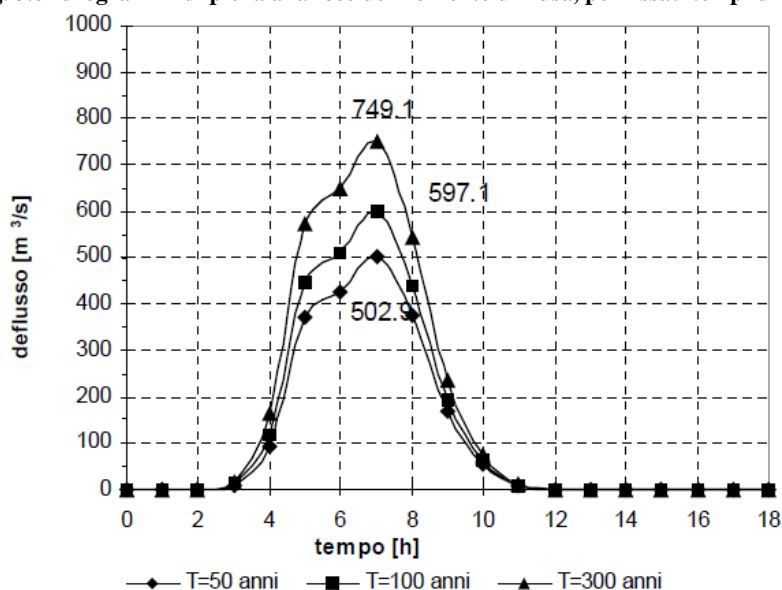
Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino idrografico principale. A partire dal DEM del bacino, caratterizzato da una maglia quadrata di dimensioni 100 m, sono stati ricavati 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). 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 PAI). 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. I tempi di ritardo dei canali denominati "R100", "R60" ed "R30" sono stati calcolati in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della velocità della corrente supposta pari ad 1,5 m/s.

Tab. 3.3 - Valori del tempo di corrivazione di ogni sottobacino del torrente Tusa.

Sottobacino N°	Area (km ²)	Codice Sottobacino HMS	t _c (ore)
1	62,63	R120W120	2,0
2	36,53	R90W90	1,4
3	42,90	R50W50	1,6
4	19,72	R30W30	1,8

Fig. 3.8 Idrogrammi di piena alla foce del Torrente di Tusa, per fissati tempi di ritorno



Lo ietogramma sintetico di pioggia ricostruito per l'intero bacino e gli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino sono riportati in appendice A. In Fig. 3.8 sono riportati gli idrogrammi di piena relativi alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della foce, per i tempi di ritorno considerati. In Tab. 3.4 sono riportati, per ogni sezione di chiusura dei sottobacini considerati, i valori delle massime portate al colmo di piena, mentre in Tab. 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 (Qt), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza delle sezioni di calcolo considerate nello schema di calcolo HMS.

Sezione di Calcolo N°	Codice sezione HMS	Superficie Drenata (km ²)	Q _{t=50} (m ³ /s)	Q _{t=100} (m ³ /s)	Q _{t=300} (m ³ /s)
1	R120W120	62,63	304,1	364,7	463,2
2	R90W90	36,53	188,1	226,0	287,7
3	R50W50	42,90	237,7	327,1	413,4
4	R30W30	19,72	106,6	126,9	159,5

Tab. 3.5 - Valori delle portate al colmo di piena (Qt), per fissati tempi di ritorno, in corrispondenza di alcune sezioni del Torrente Tusa 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	JR100	62,6	304,1	364,7	463,2
2	JR60	99,2	188,1	545,3	687,6
3	JR30	142,1	237,7	604,1	756,1
4	Foce	161,8	502,9	597,1	749,1

3.3 Studio Idraulico

Di seguito si riporta lo studio idraulico dell'ultimo tratto di asta fluviale del Torrente di Tusa, lungo circa 6,5 km, compreso tra la confluenza con il vallone S. Pantaleo e la foce. Calcolate le portate di piena, nella sezione alla foce, i cui valori si desumono dalla Tab. 3.5, occorre verificare se le sezioni del suddetto corso d'acqua riescano a farle defluire senza dar luogo ad esondazioni.

La modellazione idraulica del corso d'acqua oggetto del presente studio è stata condotta utilizzando il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS.

3.4 Rilievi e Cartografia

I dati di input geometrici utilizzati per la modellazione di HEC-RAS derivano interamente dalla cartografia CTR in scala 1:10.000. I dati geometrici, di cui sopra, sono stati integrati e completati da rilievi di campagna accurati, da riprese fotografiche e da un attenta analisi cartografica.

3.4.1 Caratteristiche fisiche ed idrauliche del torrente Tusa

Il Torrente di Tusa nasce nel territorio di Nicosia, da una serie di valloni, alle pendici del monte Sambughetti e si sviluppa per circa 26 km attraversando il territorio dei comuni di Nicosia, Mistretta, Castel di Lucio, Pettineo, Tusa e soltanto in prossimità della foce con Motta d'Affermo. Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza idraulica è noto che esse si differenziano secondo che la sede di deflusso sia l'alveo o le aree golenali e di allagamento.

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

Con particolare riferimento al tratto in studio, si evidenzia un andamento uniforme con pendenza media dell'1,5% e una tendenza naturale a disporsi in direzione parallela alla valle. Tale comportamento può essere collegato al particolare regime di trasporto solido in atto nel tratto terminale. Esso infatti, assume le funzioni di collettore dei deflussi liquidi e solidi prodotti lungo le valli scavate dai tributari e quindi la necessità di mantenere un valore elevato di pendenza per assicurare il recapito a mare.

La piana alluvionale, presente nel tratto compreso tra il ponte dell'autostrada A19 e la S.S. 113, è costituita da depositi grossolani, della dimensione media di circa 5 – 15 cm e sedimenti di analoghe caratteristiche granulometriche sono presenti nei depositi terrazzati, posti in posizione sopraelevata rispetto all'alveo.

Durante i sopralluoghi predisposti per aggiornare la cartografia del tratto fluviale studiato attraverso osservazioni dirette di campagna, sono stati fissati i valori del coefficiente di Manning, da utilizzare nel modello idraulico, pari a $0,030 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per l'alveo e $0,035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per le zone golenali.

3.4.2 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.4.2.1 Attraversamenti

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

Le opere di attraversamento principali presenti nel bacino del Torrente di Tusa, nel tratto in studio, sono elencate nella Tab. 3.6.

Tab. 3.6 Opere di attraversamento ricadenti area studio t.te Tusa

Attraversamento n.	Distanza dalla foce [m]	Denominazione
A1	425	Ponte ferrovia Palermo - Messina
A2	440	Ponte S.S. 113
A3	1820	Ponte autostrada "A20" Palermo - Messina

Gli attraversamenti "A1" e "A2", paralleli e distanti solo 10 metri l'uno dall'altro, sono stati modellati con il software HEC-RAS con un'unica struttura equivalente, mentre l'attraversamento "A3", viste le elevate distanze tra le pile e l'alveo del torrente e l'elevata quota del ponte stesso rispetto al fondo alveo del torrente, non è stato modellato ai fini del calcolo idraulico.

3.4.3 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio è stata condotta la verifica idraulica di un tratto del tronco fluviale del Torrente di Tusa, compreso tra la confluenza con il vallone S. Pantaleo e la foce, per una lunghezza complessiva di circa 6,5 km.

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

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

Nelle condizioni al contorno si è imposta l'altezza critica della corrente nell'ultima sezione dell'alveo e a monte. Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena calcolata per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Per la simulazione idraulica sono state considerate 26 sezioni ed i risultati delle verifiche idrauliche sono state riportate nella monografia di accompagnamento, relativa al bacino del T.te Tusa, delle carte della pericolosità idraulica redatta ai sensi dell'art. 6 del D. Lgs 49/2010, sia in forma tabellare che in forma grafica. La tabella riporta, per fissato tempo di ritorno e per ciascuna sezione di calcolo, i valori della portata, della quota fondo alveo, della quota pelo libero, del tirante idrico fondo alveo, della pendenza della linea dei carichi totali, della velocità media della corrente in alveo e la sezione idrica.

I valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati; nella sezione n. 4 per $T = 50$ anni e nella sezione n. 23 per i tempi di ritorno $T = 100$ anni e $T = 300$ anni. Mentre i valori minimi sono stati riscontrati nella sezione 9 per $T = 50$ anni e $T = 100$ anni e nella sezione n. 3 bis per $T = 300$ anni. Per quanto riguarda la velocità media in alveo, il valore massimo si riscontra, per i tempi di ritorno $T = 100$ e $T = 300$ anni, nella sezione n.23, e per $T = 50$ nella sezione n. 3. Il valore minimo della velocità si ha, per i tempi di ritorno $T = 100$ e $T = 300$ anni, nella sezione n. 2 e per $T = 50$ nella sezione n. 5 bis.

In Tab. 3.7 sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazioni del modello HEC-RAS.

Tab. 3.7 Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo

Tempo di ritorno [anni]	Tirante idrico minimo [m] (sez.)	Tirante idrico massimo [m] (sez.)	Velocità minima [m/s] (sez)	Velocità massima [m/s] (sez)
50	1,3 (9)	6,0 (4)	0,5 (5 bis)	10,9 (3)
100	1,5 (9)	4,6 (23)	1,3 (2)	5,4 (23)
300	1,6 (3bis)	5,0 (23)		5,7 (23)

3.5 Perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili

La pericolosità "P", identificata con l'area inondata, è stata valutata seguendo la "metodologia semplificata" proposta dal D.I.I.A.A. della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo, in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tab. 3.8).

Tab. 3.8 - Definizione delle pericolosità idraulica P secondo la metodologia semplificata

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

Alla luce dei risultati del calcolo idraulico, eseguito con l'ausilio del software HECRAS, condotto per il tratto fluviale in studio è possibile affermare che non ci sono delle differenze apprezzabili per quanto riguarda l'estensione delle aree a pericolosità per i tre tempi di ritorno. Pertanto si è

proceduto a tracciare soltanto l'area a pericolosità elevata (P3) relativa al tempo di ritorno $T = 50$ anni.

Per l'individuazione delle aree inondate 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. La carta della pericolosità (scala 1:10.000) è riportata in allegato al presente PAI: in essa, per i motivi sopra descritti, sono state riportate soltanto le aree a pericolosità elevata "P3" che in totale misurano circa 131 Ha. Tali aree ricadono principalmente nel bacino idrografico del T.te di Tusa e lambiscono le due aree territoriali adiacenti.

3.6 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 Tr .

3.6.1.1 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 Tab. 3.9 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità del dissesto 024-5-E01 avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

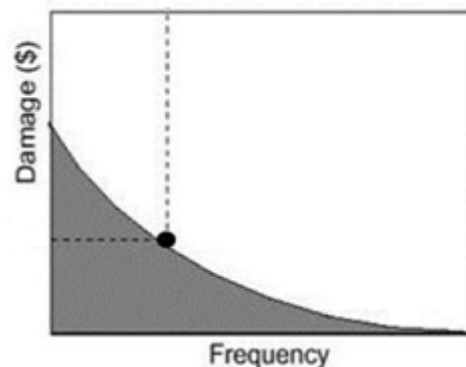
Tab. 3.9 - Estensione area tipologia uso del suolo interessata da esondazione per $Tr = 50$ anni Codice 024-5-E01

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO	ESTENSIONE AREA [ha]
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
<i>2.2. Colture permanenti</i>	
2.2.2. Frutteti e frutti minori	9,68
2.2.3. Oliveti	10,5
<i>2.4. Zone agricole eterogenee</i>	
2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti	0,24
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
<i>3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea</i>	
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	0,51
5. CORPI IDRICI	
<i>5.1. Acque continentali</i>	
5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie	109,39

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 all’Allegato “*I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)*” della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

4.1 Metodologia di valutazione economica del danno atteso

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”**.

¹Secondo 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.

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:

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

La riassumono i valori del danno, espressi in €, in corrispondenza del tempo di ritorno pari a 50 anni e per ogni areale di esondazione relativi al bacino idrografico del torrente Tusa.

Tab. 4.1 - Tabella riassuntiva dei danni calcolati per Tr=50 anni relativi agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T.te Tusa

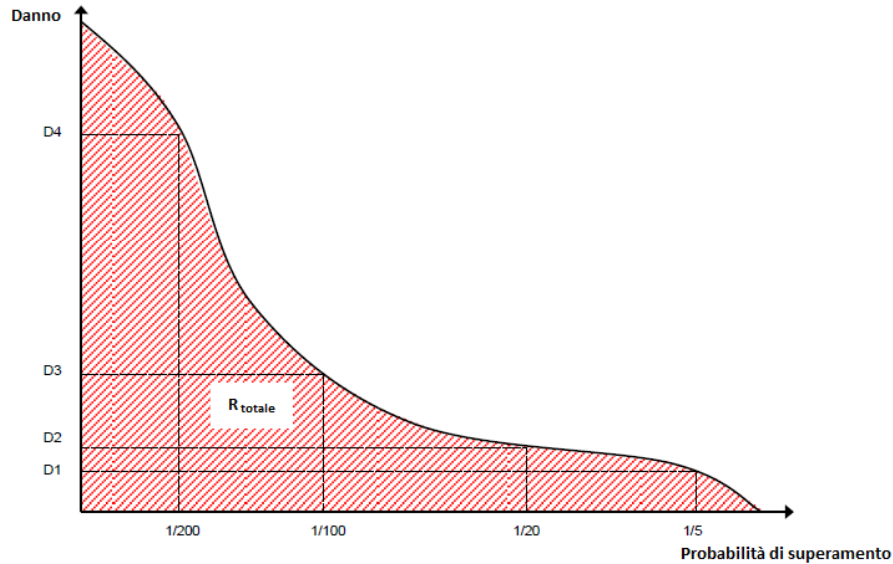
Codice esondazione	Denominazione corso d’acqua	Tipologia di elemento esposto (Corine Land Cover 2006)	Superficie (m²)	Danno unitario (€ / m²)	Danno (€)
024-5-E01	T.te Tusa	Frutteti e frutti minori	96809	0.63	60990
024-5-E01	T.te Tusa	Uliveti	104987	0.63	66142
024-5-E01	T.te Tusa	Colture annuali associate e colture permanenti	2449	0.63	1543

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

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 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) si è diviso il danno previsto per un tempo di ritorno di 50 anni per il tempo di ritorno stesso. Nella Tab. 4.2 sono riportati i valori del "danno atteso medio annuo" valutato per ogni areale di esondazione ricadente nel bacino idrografico del T.te Tusa.

Tab. 4.2 Danno atteso medio annuo relativo agli areali di esondazione ricadenti nel bacino idrografico del T.te Inganno

Codice esondazione	Denominazione corso d'acqua	D(P50) (€)	Danno atteso medio annuo (€)
024-5-E01	T.teTusa	128675	2573

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 relativamente ai criteri di gestione naturalistica stabiliti dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni confermando e riprendendo quelle già individuate nel Piano di gestione del Distretto(PdG) ex direttiva 2000/60.

Le misure individuate sono riportate nella Tab. 5.1 e 5.2..

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

Tabella 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 Piani di emergenza	3.1.4 Piani di protezione civile	Non strutturali
	3.3 Sensibilizzazione		Non strutturali
	3.4 Formazione		Non strutturali