

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. 28 - Bacino Idrografico del Fiume Anapo (091)

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. Anapo.

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 n. 349 del 14 ottobre 2013 sono state pubblicate sul sito internet http://www.artasicilia.eu/old_site/web/bacini_idrografici appositamente attivato sono consultabili tutti i documenti tra cui 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 dagli 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.

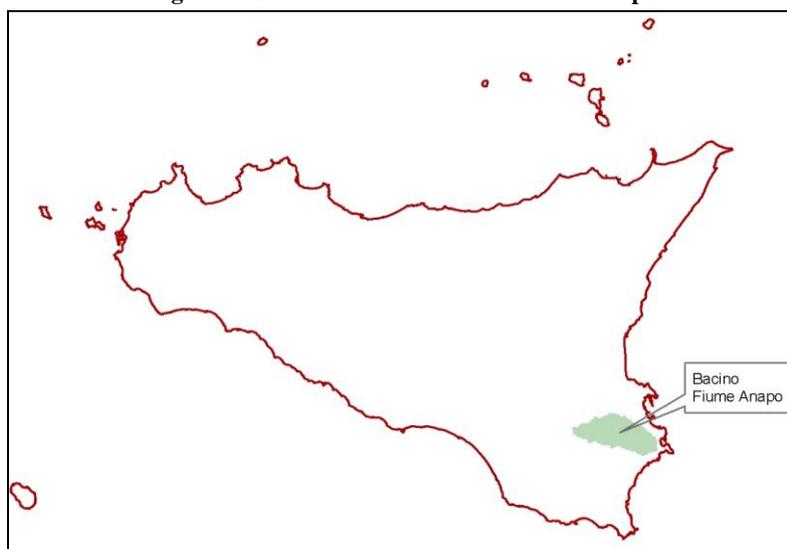
INQUADRAMENTO GENERALE

1 AMBIENTE FISICO

1.1 Inquadramento geografico e amministrativo

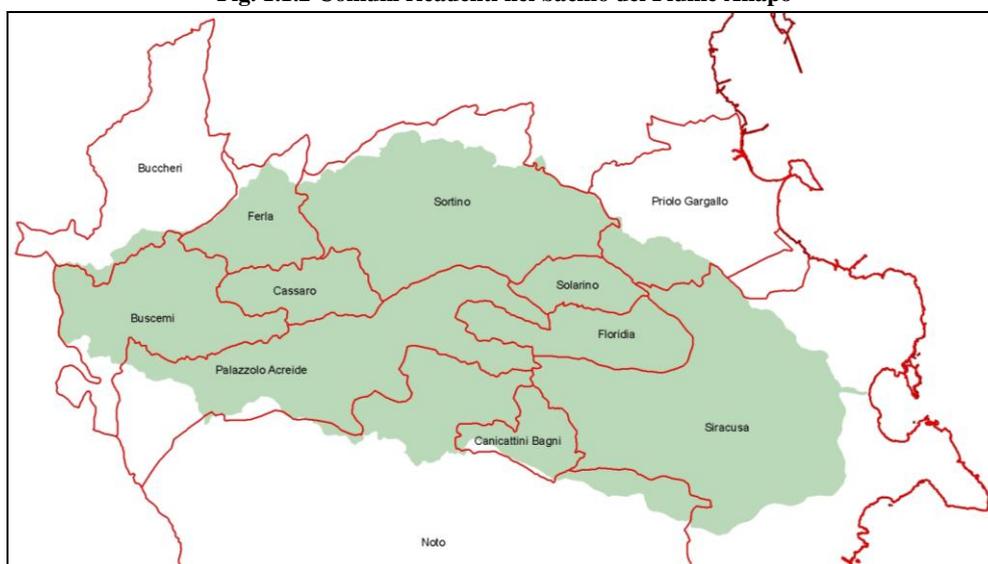
L'area oggetto di studio, comprendente il bacino idrografico del fiume Anapo e il bacino del fiume Ciane e del canale Mammaiabica, si estende per una superficie complessiva di circa 450 km² nella porzione centro-settentrionale dell'altipiano Ibleo, con una forma allungata, Ovest-Est, nella direzione dell'alveo principale.

Fig. 1.1.1 Ubicazione del bacino del Fiume Anapo



I territori comunali, tutti facenti parte della Provincia di Siracusa, ricadenti all'interno del bacino sono quelli di Buccheri, Buscemi, Canicattini Bagni, Cassaro, Ferla, Florida, Noto, Palazzolo Acreide, Priolo Gargallo, Siracusa, Solarino, Sortino. I centri abitati ricadenti all'interno del bacino sono: Buscemi, Canicattini Bagni, Cassaro, Ferla, Florida, Palazzolo Acreide, Solarino, Sortino.

Fig. 1.1.2 Comuni ricadenti nel bacino del Fiume Anapo



Le sezioni della Carta Tecnica Regionale 1:10.000, nelle quali ricade l'area sono: 645040, 645060, 645070, 645080, 645100, 645110, 645120, 645150, 645160, 646010, 646020, 646050, 646060, 646070, 646090, 646100, 646110, 646120, 646130, 646140, 646150, 646160, 649030.

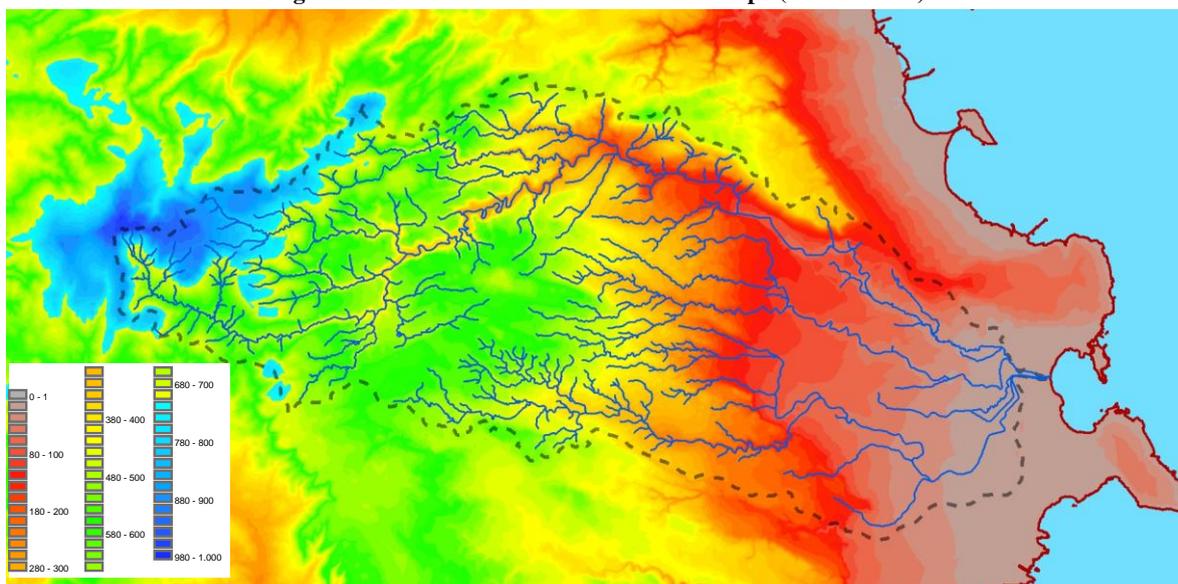
Nella Tab. 1.1 sono elencati i territori comunali con le relative superfici e la popolazione residente (dati ISTAT 2011).

Tab. 1.1 Superfici dei territori comunali ricadenti nel bacino del Fiume Anapo e popolazione residente.

| COMUNE | RESIDENTI (dati ISTAT 2011) | SUPERFICIE COMUNALE | | | Centro abitato presente |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| | | Area totale (km ²) | Area nel bacino (km ²) | Area nel bacino/Area totale(%) | |
| Buccheri | 2.133 | 57,44 | 3,03 | 5,28 | No |
| Buscemi | 1.128 | 51,7 | 44,04 | 85,18 | Si |
| Canicattini Bagni | 7.186 | 15,07 | 13,84 | 91,78 | Si |
| Cassaro | 813 | 19,36 | 19,36 | 100,00 | Si |
| Ferla | 2.600 | 24,72 | 21,23 | 85,87 | Si |
| Floridia | 22.685 | 26,13 | 26,13 | 100,00 | Si |
| Noto | 23.704 | 549,55 | 37,8 | 6,88 | No |
| Palazzolo Acreide | 9.091 | 86,51 | 68,41 | 79,08 | Si |
| Priolo Gargallo | 12.167 | 56,29 | 10,17 | 18,07 | No |
| Siracusa | 118.385 | 205,74 | 112,77 | 54,81 | No |
| Solarino | 7.853 | 12,94 | 12,94 | 100,00 | Si |
| Sortino | 8.907 | 92,36 | 79,45 | 86,02 | Si |
| Totale | 216.652 | 1.197,81 | 449,17 | 37,50 | 8 Si, 4 No |

Morfologicamente, il territorio si presenta suddiviso in due zone principali: la prima di tipo collinare, in cui l'altipiano ibleo presenta una altitudine media di 500 m s.l.m. profondamente incisa dai corsi d'acqua che creano un paesaggio accidentato; la quota più elevata si rileva laddove si origina il fiume Anapo, in corrispondenza di *Monte Lauro*, a quota 968 m s.l.m; la seconda è rappresentata dalla parte pedemontana, dalla fascia costiera e dal suo immediato entroterra, con un andamento morfologico sub-pianeggiante che si raccorda più o meno all'altipiano s.s.; essa è costituita da depositi alluvionali recenti e da sedimenti plio-pleistocenici.

Fig. 1.1.3 Altimetria del bacino del Fiume Anapo (DEM a 20 m)



1.2 Morfologia

Ai fini della valutazione dei parametri che concorrono alla definizione del bilancio idrologico, ed in particolare in ordine al coefficiente di deflusso, assume rilevante importanza la definizione delle classi di pendenza in cui può essere inquadrata l'area del bacino; pertanto sono state individuate 4 classi di pendenza prevalenti, in cui è stato possibile suddividere tutto il territorio.

Si forniscono nella seguente tabella gli intervalli di pendenza e le aree parziali, sia in km² che in %, rispetto alla superficie totale pari a circa 450 km² (Dipartimento Protezione Civile Siracusa, 2004 "Studio idraulico e idrogeologico C/da Pantanelli").

| Classi di pendenza | Superficie | |
|--------------------|--------------------|--------|
| | (km ²) | % |
| >35% | 85,77 | 19,06% |
| 35% - 10% | 171,09 | 38,02% |
| 10% - 3,5% | 108,13 | 24,03% |
| <3,5% | 80,55 | 17,90% |

Si rileva una predominanza della classe di pendenza 35%-10%, nella porzione centrale di bacino, e dunque nell'altipiano calcareo, mentre la classe a pendenza >35% è relativa ai versanti delle gole, profondamente incise, nell'ambito sempre della parte montuosa del bacino.

Le aree a debole pendenza sono individuabili nella porzione costiera e nell'immediato entroterra, ovvero in corrispondenza delle porzioni culminanti dell'altipiano.

1.3 Idrografia

L'idrografia è rappresentata da una serie di corsi d'acqua che presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali solamente nella stagione invernale e soprattutto in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, e che si presentano completamente asciutti nel periodo estivo, per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evaporazione.

Il deflusso superficiale è limitato, oltre che dalle cause climatiche, anche dalla discreta permeabilità delle formazioni affioranti, dovuta anche ad una serie di fratturazioni che facilitano l'infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo. La parte più a monte delle varie incisioni è costituita prevalentemente da alvei a fondo fisso, dove il letto si è impostato in rocce competenti ed è pressoché privo di sedimenti, escluso per brevi tratti, ove si sono avute grandi piene.

Generalmente si tratta di alvei con pendenze elevate, di non grandi dimensioni, in erosione più o meno accentuata.

Andando da monte verso valle, per la diminuzione di pendenza e la conseguente diminuzione di velocità, l'alveo dei vari torrenti si trasforma a fondo mobile, con conseguente deposizione di sedimenti, costituiti principalmente da elementi vulcanici e calcarenitici.

L'asta del corso d'acqua principale del Fiume Anapo ha uno sviluppo lineare complessivo di circa 60 km e sfocia, come asta di V ordine, nel litorale Ionico, nel porto grande di Siracusa. Uno dei suoi affluenti principali è il V.ne Cicalino, che confluisce nell'asta principale nell'area medio-terminale del bacino.

Il bacino idrografico dell'Anapo, secondo la classificazione proposta da *Panizza* (1988), è di tipo subdendritico, cioè a forma arborescente o quasi, con un canale principale ed altri secondari che presentano andamento parallelo al corso principale. Questo tipo di configurazione indica che lo sviluppo idrografico del bacino dell'Anapo è influenzato da una serie di fratture più o meno parallele che seguono importanti direttrici tettoniche regionali.

Dal punto di vista morfologico il bacino presenta a nord un altopiano, dove le acque torrentizie hanno inciso profonde gole (cave), mentre a sud-est vi è una vasta pianura costiera. Tra queste due zone vi è uno stacco netto, evidenziato da una serie di scarpate.

1.4 Uso del suolo

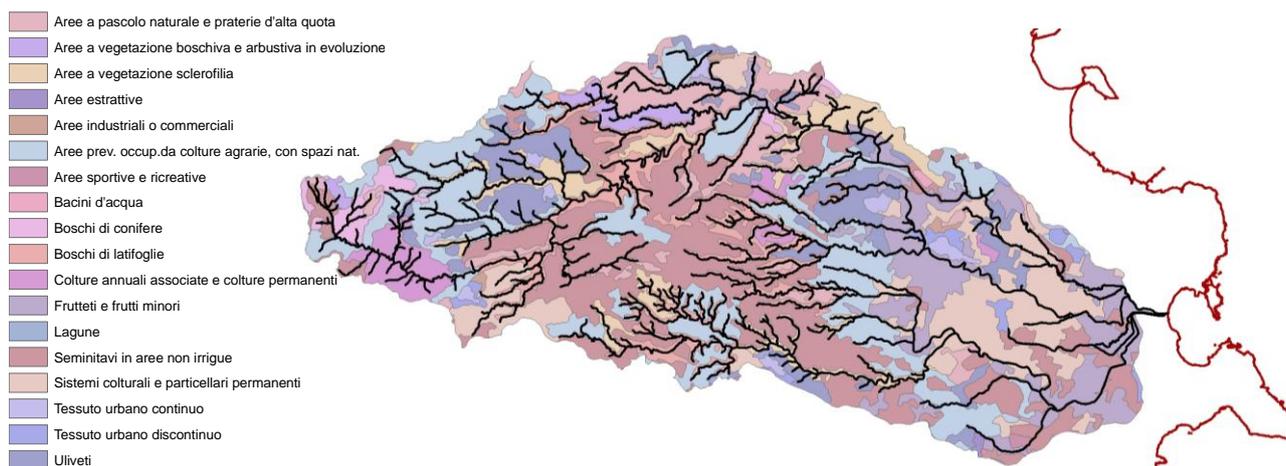
Sono state calcolate le percentuali di utilizzo di uso del suolo, utilizzando i dati provenienti i dati della cartografia Corine Land Cover (CLC) descrivendoli fino al III livello.

Nella Tab.1.2 vengono rappresentate le tipologie dell'uso del suolo e la loro distribuzione percentuale all'interno del bacino del Fiume Anapo.

Tab. 1.2 Tipologia uso del suolo dell'area del bacino del Fiume Anapo

| Tipologia di uso del suolo | km ² | % |
|---|-----------------|---------------|
| CLASSE 1. SUPERFICI ARTIFICIALI | | |
| 1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo | 4,75 | 1,06% |
| 1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado | 4,96 | 1,11% |
| 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | 1,15 | 0,26% |
| 1.3.1. Aree estrattive | 0,50 | 0,11% |
| 1.4.2. Aree ricreative e sportive | 0,51 | 0,11% |
| <i>SUBTOTALE CLC1</i> | <i>11,87</i> | <i>2,65%</i> |
| CLASSE 2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE | | |
| 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue | 98,00 | 21,88% |
| 2.2.2. Frutteti e frutti minori | 45,57 | 10,17% |
| 2.2.3. Oliveti | 36,53 | 8,15% |
| 2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti | 13,44 | 3,00% |
| 2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi | 49,13 | 10,97% |
| 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti | 82,88 | 18,50% |
| <i>SUBTOTALE CLC2</i> | <i>325,55</i> | <i>72,67%</i> |
| CLASSE 3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI | | |
| 3.1.1. Boschi di latifoglie | 41,48 | 9,26% |
| 3.1.2. Boschi di conifere | 7,08 | 1,58% |
| 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie | 28,48 | 6,36% |
| 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla | 27,03 | 6,03% |
| 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione | 6,10 | 1,36% |
| <i>SUBTOTALE CLC3</i> | <i>110,17</i> | <i>24,59%</i> |
| CLASSE 5. CORPI IDRICI | | |
| 5.1.2. Bacini d'acqua | 0,38 | 0,08% |
| 5.2.1. Lagune | 0,02 | 0,004% |
| <i>SUBTOTALE CLC5</i> | <i>0,4</i> | <i>0,09%</i> |
| TOTALE | 448,0 | 100% |

Fig. 1.4.1 Carta d'uso del suolo del bacino del Fiume Anapo (CLC, livello 3)



La valutazione è stata eseguita utilizzando le cinque classi di copertura di primo livello CLC: - Classe 1: Aree artificiali - Classe 2: Aree agricole - Classe 3: Aree boschive e seminaturali - Classe 4: Zone umide - Classe 5: Corpi idrici. La tipologia di classe 4 non rientra nel bacino del F. Anapo. Segue una descrizione delle classi di uso del suolo CLC ricadenti nel bacino dell'Anapo.

1.1.1. Tessuto Urbano continuo

Spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente occupano più dell'80% della superficie totale. La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. Sono qui compresi cimiteri senza vegetazione.

1.1.2. Tessuto urbano discontinuo

Spazi caratterizzati dalla presenza di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50 all'80% della superficie totale.

1.2.1. Aree industriali o commerciali

Aree a copertura artificiale (in cemento, asfaltate o stabilizzate: per esempio terra battuta), senza vegetazione, che occupano la maggior parte del terreno. (Più del 50% della superficie). La zona comprende anche edifici e/o aree con vegetazione.

1.3.1. Aree estrattive

Estrazione di materiali inerti a cielo aperto (cave di sabbia e di pietre) o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Ne fanno parte cave di ghiaia, eccezion fatta, in ogni caso, per le estrazioni nei letti dei fiumi. Sono qui compresi gli edifici e le installazioni industriali associate. Rimangono escluse le cave sommerse, mentre sono comprese le superfici abbandonate e sommerse, ma non recuperate, comprese in aree estrattive. Le rovine, archeologiche e non, sono da includere nelle aree ricreative

1.4.2. Aree sportive e ricreative

Aree utilizzate per camping, attività sportive, parchi di divertimento, campi da golf, ippodromi, rovine archeologiche e non, ecc. Ne fanno parte i parchi attrezzati (aree dotate intensamente di attrezzature ricreative, da picnic, ecc.) compresi nel tessuto urbano

2.1.1. Seminativi in aree non irrigue

Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggese. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali), ma non i prati stabili.

2.2.2. Frutteti e frutti minori

Impianti di alberi o arbusti fruttiferi: colture pure o miste di specie produttrici di frutta o alberi da frutto in associazione con superfici stabilmente erbate. Ne fanno parte i castagneti da frutto e i nocciolati. I frutteti di meno di 25 ha compresi nei terreni agricoli (prati stabili o seminativi) ritenuti importanti sono da comprendere nella classe 2.4.2.. I frutteti con presenza di diverse associazioni di alberi sono da includere in questa classe.

2.2.3. Oliveti

Superfici piantate ad olivo, comprese particelle a coltura mista di olivo e vite.

2.4. 1. Colture annuali associate a colture permanenti

Colture temporanee (seminativi o prati) in associazione con colture permanenti sulla stessa superficie, quando le particelle a frutteto comprese nelle colture annuali non associate rappresentano meno del 25% della superficie totale.

2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi

Mosaico di piccoli appezzamenti con varie colture annuali, prati stabili e colture permanenti, occupanti ciascuno meno del 75% della superficie totale dell'unità.

2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

Le colture agrarie occupano più del 25 e meno del 75% della superficie totale dell'unità.

3.1.1. Boschi di latifoglie

Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali a latifoglie. La superficie a latifoglie deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare "bosco misto".

3.1.2. Boschi di conifere

Formazioni vegetali costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali conifere. La superficie a conifere deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare "bosco misto".

3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota

Aree foraggere a bassa produttività. Sono spesso situate in zone accidentate. Interessano spesso superfici rocciose, roveti e arbusteti.

3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla

Ne fanno parte macchie e garighe. Macchie: associazioni vegetali dense composte da numerose specie arbustive miste su terreni silicei acidi in ambiente mediterraneo. Garighe: associazioni

cespugliose discontinue delle piattaforme calcaree mediterranee. Sono spesso composte da quercia coccifera, corbezzolo, lavanda, timo, cisto bianco, ecc. Possono essere presenti rari alberi isolati.

3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione

Vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi. Formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali.

5.1.2. Bacini d'acqua

Superfici naturali o artificiali coperte da acque.

5.2. 1. Lagune

Aree coperte da acque salate o salmastre, separate dal mare da barre di terra o altri elementi topografici simili. Queste superfici idriche possono essere messe in comunicazione con il mare in certi punti particolari, permanentemente o periodicamente.

1.5 Cenni di climatologia

Per definire il microclima del settore della Sicilia 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.

Le informazioni sono state ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia (Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia)

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.

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 |
| Ferla | 1924-2003 | Pluviometro registratore | 557 | 4.202.216 | 521.960 |
| Floridia | 1928-2003 | Pluviometro registratore | 11 | 4.200.384 | 527.823 |
| Palazzolo Acreide | 1906-2003 | Pluviometro registratore | 695 | 4.187.400 | 513.200 |
| Sortino | 1881-2003 | Termometro e Pluviometro registratore | 435 | 4.183.710 | 516.148 |

1.5.1 Regime termico

Per quanto riguarda i valori di temperatura mensile, non si hanno dati disponibili, fatta eccezione per quelli relativi alla stazione di Sortino che, con buona approssimazione, possono essere considerati rappresentativi anche delle stazioni di Ferla e Palazzolo Acreide, per uniformità di latitudine e di fascia di quota. Di seguito il grafico rappresenta l'andamento medio delle temperature rilevate nel periodo 1989-1996.

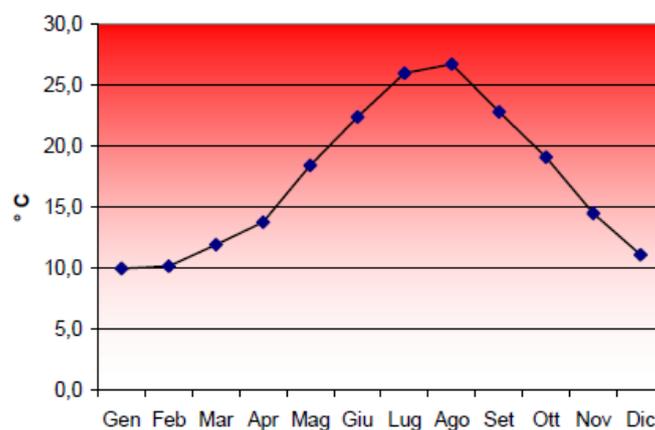


Fig. 1.5.1 Temperature medie in °C della stazione di Sortino (1989-1996)

I valori massimi, medi e minimi della temperatura a Sortino sono riportati nella Tab. 1.4

Tab. 1.4- Temperatura max/media/min mensile in °C, per il periodo di osservazione 1989-1996, stazione di Sortino

| STAZIONE | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | ANNO |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SORTINO (max) | 11.7 | 13.1 | 13.7 | 14.5 | 20.6 | 23.8 | 28.1 | 29.3 | 25.0 | 20.6 | 16.5 | 13.2 | 19.7 |
| SORTINO (min) | 9.3 | 7.3 | 9.6 | 12.6 | 15.7 | 20.0 | 23.5 | 24.8 | 21.3 | 17.1 | 11.6 | 7.2 | 16.7 |
| MEDIA | 10.0 | 10.2 | 12.0 | 13.8 | 18.4 | 22.4 | 25.8 | 26.8 | 23.0 | 19.1 | 14.9 | 11.4 | 17.5 |

1.5.2 Regime pluviometrico

I valori della piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1929-1996 sono riportati nella seguente Tab. 1.5 (per alcuni anni del periodo, non sono disponibili le misure per le 4 stazioni prese in esame).

Tab. 1.5 - Piovosità media mensile in mm, per il periodo di osservazione 1929-1996

| STAZIONE | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | ANNO |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Florida | 118 | 69 | 73 | 34 | 24 | 9 | 5 | 14 | 54 | 113 | 106 | 135 | 754 |
| Ferla | 130 | 98 | 82 | 50 | 35 | 17 | 10 | 19 | 47 | 97 | 99 | 127 | 810 |
| Palazzolo Acreide | 114 | 74 | 70 | 44 | 29 | 13 | 10 | 23 | 49 | 104 | 89 | 112 | 732 |
| Sortino | 140 | 91 | 90 | 47 | 32 | 12 | 8 | 15 | 55 | 139 | 118 | 147 | 894 |
| MEDIA 4 stazioni | 126 | 83 | 79 | 44 | 30 | 13 | 8 | 18 | 51 | 113 | 103 | 130 | 798 |

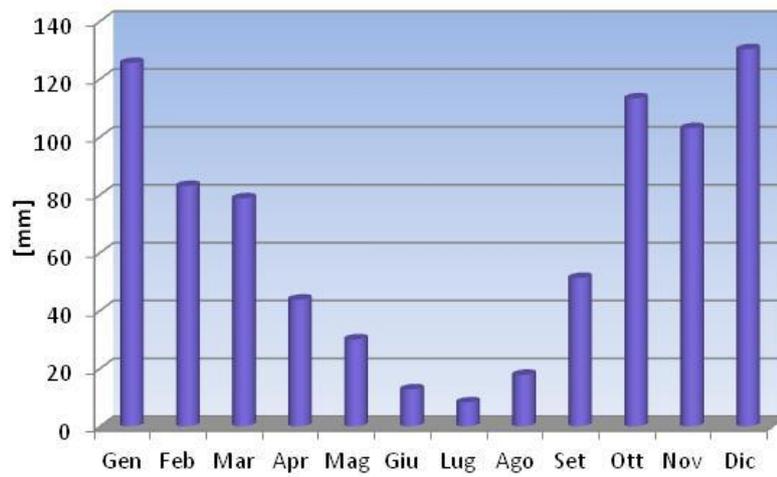


Fig. 1.5.2 Precipitazioni medie in 4 stazioni del bacino F. Anapo nel periodo 1929-1996.

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.

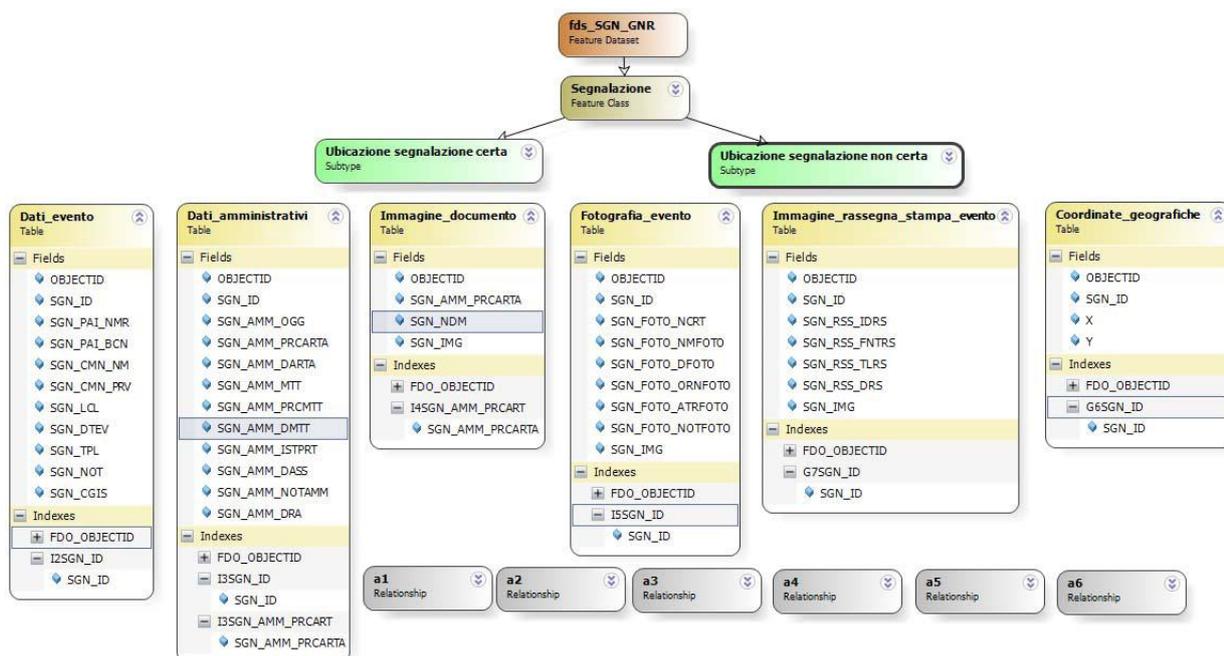
2.1 Catasto eventi DB Eventi Sicilia

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.

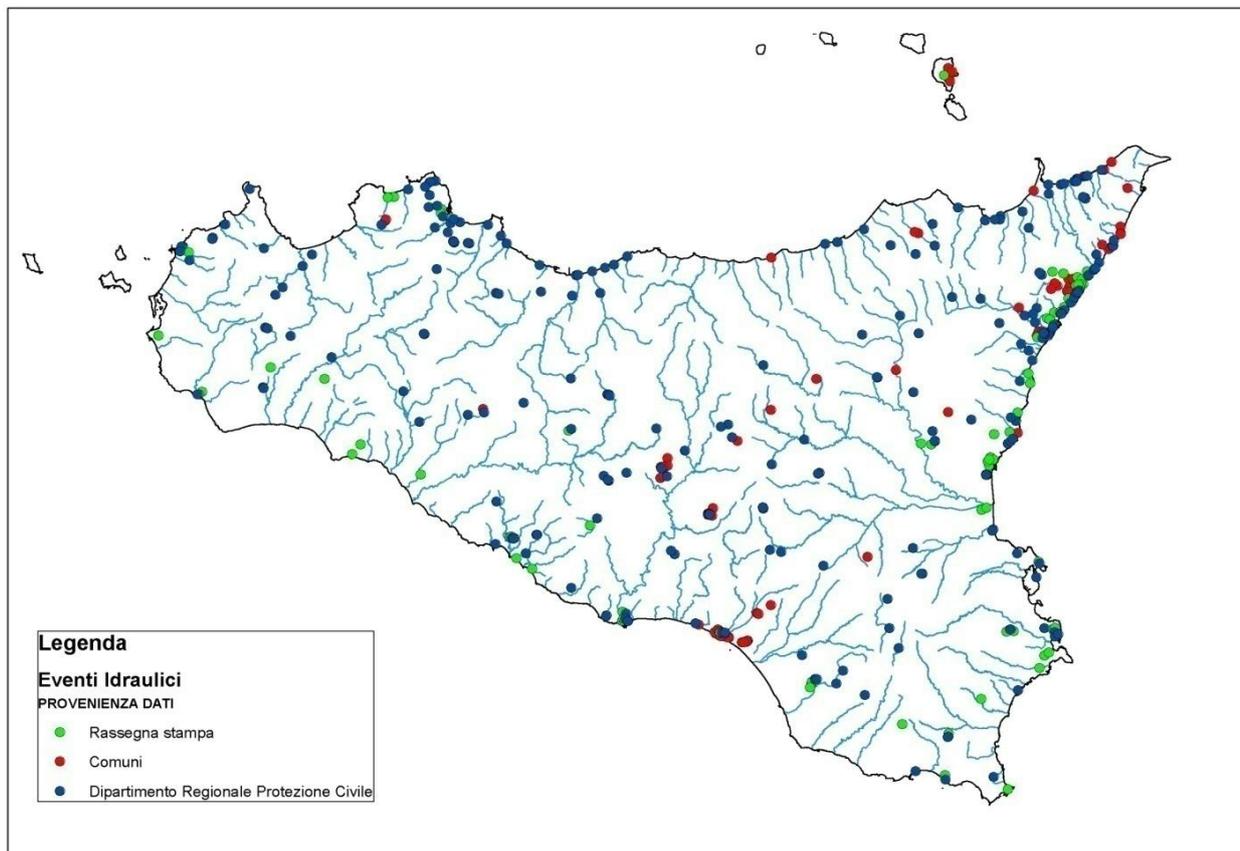
Il Catasto verrà costantemente aggiornato. L'attuale organizzazione del catasto è ora in fase di aggiornamento per garantire l'utilizzo da parte di più soggetti competenti in relazione anche alle finalità di protezione civile.

Fig. 2.1- Struttura DB Eventi Sicilia e informazioni contenute



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

Fig. 2.2 - Distribuzione territoriale degli eventi idraulici



Nella Tab - 2.1 sono elencati i dissesti presenti nel censimento *DB Eventi Sicilia* e ricadenti nel bacino del Fiume Anapo.

Tab. 2.1 Dissesti DB Sicilia ricadenti bacino del F. Anapo

| Comune | SGN_ID | SGN_LCL | SGN_D TEV | SGN_TPL | SGN_NOT | Fonte | Ubica_ zione |
|----------------------|-------------------|---------------------------------|----------------|---|---|--|-----------------|
| Siracusa | FS-EI-11,339,12 | Via Circuito | - | Nuovo evento/ idraulico | Informazione derivante da fonti di stampa. | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Non certa |
| Canicattini Bagni | E-091-8CB-001 | Edicola "A Vera Cruci" | - | Altro | - | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Certa |
| Canicattini Bagni | SE-091-8CB-002 | Via Mazzini e via Mentana | - | | - | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Certa |
| Palazzolo Acreide | E-091-8PA-001 | SS.124 pressi km 77,00 | - | Altro | Dissesto già presente | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Certa |
| Floridia | FS-EI-04,94,13 | Territorio comunale | - | Nuovo evento/ idraulico | Informazione derivante da fonti di stampa. | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Non certa |
| Floridia | FS-EI-02,45,13 | Corso Vittorio Emanuele | - | Nuovo evento/ idraulico | Informazione derivante da fonti di stampa. | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Non certa |
| Floridia | FS-EGI-11,346,12 | Contrada Loco Ierna | - | Nuovo evento/ geomorfologico- idraulico | Informazione derivante da fonti di stampa. | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Non certa |
| Florida | PC-EI-091-8FL-001 | - | 03/11/ 2007 | Nuovo evento/ idraulico | (Descrizione eventi): Allagamenti - (Principali effetti al suolo): Interruzione del transito - (Fonti): - (Note): - (Richiesta stato di calamità): No - (Attivazione COC): No | Dipartiment o Regionale Protezione Civile | Non certa |
| Florida | PC-EI-091-8FL-002 | Ponte sulla SS 124 | 13/01/ 2009 | Nuovo evento/ idraulico | (Descrizione eventi): Allagamento del ponte delle acque del fiume Anapo - (Principali effetti al suolo): Interruzione della viabilità - (Fonti): SORIS - (Note): Aggiornamento report DRPC - Servizio SR nota n. 114 del 03/01/2009 - (Richiesta stato di calamità) | Dipartiment o Regionale Protezione Civile | Certa |
| Cassaro | SE-091-8CA-001 | SP 40 | - | - | segnalazione Dip. Protezione civile Siracusa | A.R.T.A. Sicilia - U.O. S 3.1 | Non certa |

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.

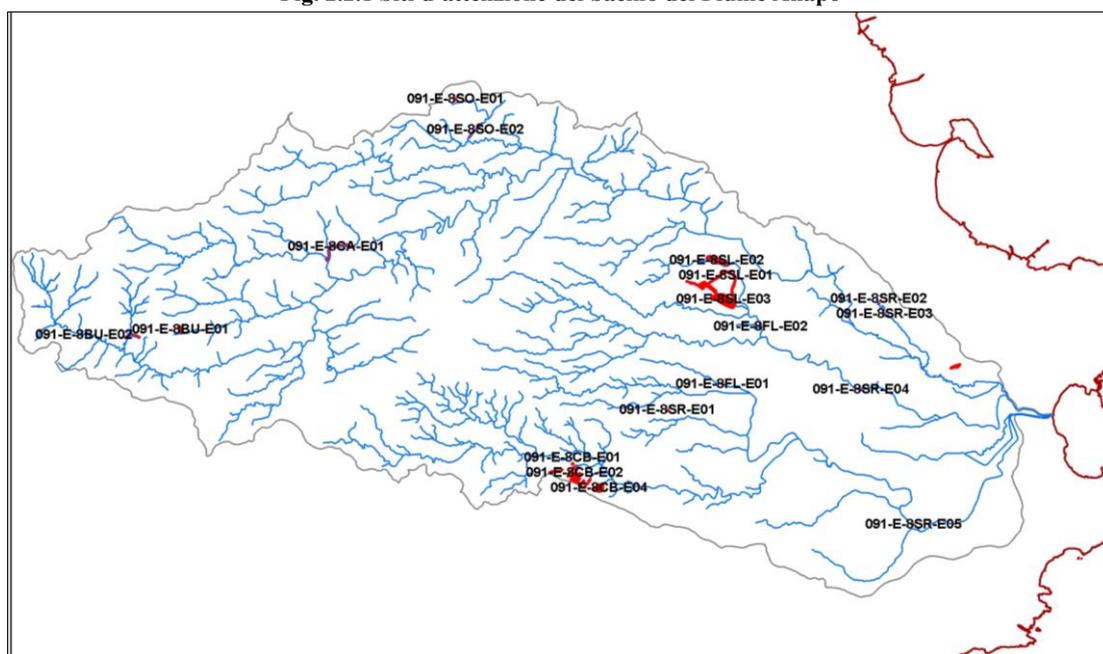
Le criticità idrauliche presenti nel bacino idrografico in esame sono anche rappresentate da tutte quelle aree e classificate nei PAI vigenti con un grado di pericolosità e censite a seguito di eventi alluvionali accaduti o ricavate da studi le cui metodologie di esecuzione e i risultati ottenuti non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

Nella Tab. 2.2 sono elencati i dissesti classificati come "*sito d'attenzione*" e ricadenti nel bacino del Fiume Anapo.

Tab. 2.2 “ Siti d’attenzione” ricadenti nel bacino del F. Anapo

| Comune | Località | Codice Sito | Fonte | Area [m ²] |
|-------------------|-------------------------------|---------------|------------------------------|------------------------|
| Buscemi | Torrente Cava Pietra | 091-E-8BU-E01 | Segnalazione Comune | 18.615,46 |
| | Torrente Fosso Fiumarola | 091-E-8BU-E02 | Segnalazione Comune | 7.157,02 |
| Canicattini Bagni | Strade urbane | 091-E-8CB-E02 | Segnalazione Comune | 22.708,32 |
| | Via del Seminario | 091-E-8CB-E03 | Segnalazione Comune | 3.169,43 |
| | Strade urbane e aree contigue | 091-E-8CB-E04 | Osservazione Comune | 60.786,90 |
| | Vallone Pignati | 091-E-8CB-E01 | Segnalazione Comune | <i>Puntuale</i> |
| Cassarò Ferla | Strada Regionale 11 | 091-E-8CA-E01 | Segnalazione Comune | 37.116,42 |
| Floridia | Torrente Cava Parroco | 091-E-8FL-E02 | Segnalazione Comune | <i>Puntuale</i> |
| | Strada Provinciale 74 | 091-E-8FL-E01 | Segnalazione Comune | <i>Puntuale</i> |
| Siracusa | n.d. | n.d. | Osservazione Comune Siracusa | 16.633,56 |
| | Masseria Spinitelli | 091-E-8SR-E01 | Sopralluogo Pai | <i>Puntuale</i> |
| | Località Belfronte | 091-E-8SR-E02 | PRG Siracusa | <i>Puntuale</i> |
| | Località Belfronte | 091-E-8SR-E03 | PRG Siracusa | <i>Puntuale</i> |
| | Torrente Cicalino | 091-E-8SR-E04 | PRG Siracusa | <i>Puntuale</i> |
| | Contrada Maeggiolo | 091-E-8SR-E05 | PRG Siracusa | <i>Puntuale</i> |
| Solarino | Strade urbane | 091-E-8SL-E01 | Segnalazione Comune | 53.589,71 |
| | Torrente Cava Campieri | 091-E-8SL-E02 | Segnalazione Comune | 123.841,49 |
| | Contrada Macchiotta | 091-E-8SL-E03 | Segnalazione Comune | 239.517,64 |
| Sortino | Contrada Lardia | 091-E-8SO-E01 | Segnalazione Comune | <i>Puntuale</i> |
| | Torrente Cava Niello | 091-E-8SO-E02 | Segnalazione Comune | 8.172,93 |
| TOTALE | | | | 591.308,88 |

Fig. 2.2.1 Siti d’attenzione del bacino del Fiume Anapo



| Comune /Codice Sito | Area sito [m ²] | Comune /Codice Sito | Area sito [m ²] |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| BUSCEMI | 25.772,48 | SIRACUSA | 16.633,56 |
| 091-E-8BU-E01 | 18.615,46 | 091-E-8SR-E01 | - |
| 091-E-8BU-E02 | 7.157,02 | 091-E-8SR-E02 | - |
| CANICATTINI BAGNI | 86.664,65 | 091-E-8SR-E03 | - |
| 091-E-8CB-E01 | - | 091-E-8SR-E04 | - |
| 091-E-8CB-E02 | 22.708,32 | 091-E-8SR-E05 | - |
| 091-E-8CB-E03 | 3.169,43 | -n.d. | 16.633,56 |
| 091-E-8CB-E04 | 60.786,90 | SOLARINO | 416.948,84 |
| CASSARO FERLA | 37.116,42 | 091-E-8SL-E01 | 53.589,71 |
| 091-E-8CA-E01 | 37.116,42 | 091-E-8SL-E02 | 123.841,49 |
| | | 091-E-8SL-E03 | 239.517,64 |
| FLORIDIA | - | SORTINO | 8.172,93 |
| 091-E-8FL-E01 | - | 091-E-8SO-E01 | - |
| 091-E-8FL-E02 | - | 091-E-8SO-E02 | 8.172,93 |
| Totale complessivo | | | 591.308,88 |

3 ANALISI RISCHIO IDRAULICO

3.1 Analisi Territoriale

Nel presente documento è stata utilizzato lo studio effettuato in sede di PAI in cui l'analisi territoriale del bacino del Fiume Anapo è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 e con l'ausilio delle ortofoto 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.

Lo studio geomorfologico ha inoltre messo in evidenza tutti gli elementi che possono segnalare aree potenzialmente inondabili quali andamento piano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc..

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 zone in cui è necessario eseguire specifiche verifiche idrauliche.

All'interno del bacino si individuano tre corsi d'acqua di una certa rilevanza. Oltre al fiume Anapo sono infatti da segnalare il Ciane e il Mammaiabica.

Il **fiume Anapo**, il cui nome deriva dal greco (*invisibile*), trae origine dal Monte Lauro che, con una quota di 986 m s.l.m., rappresenta la cima più alta dei monti Iblei. Nella parte valliva l'Anapo attraversa il Pantano Grande, oggi bonificato e, dopo un percorso di circa 60 km, sfocia all'interno del porto di Siracusa. Nello stesso punto convergono inoltre le acque di altri due fiumi che, nella parte terminale, scorrono parallelamente al fiume Anapo: il Ciane e il Mammaiabica.

Il tratto montano dell'Anapo scorre all'interno di profondi "canyon" di notevole interesse ambientale e archeologico. Da segnalare è la zona archeologica di Pantalica, dove sono presenti testimonianze di insediamenti risalenti al periodo 1200 – 1000 a. C., precedenti pertanto alla colonizzazione greca, realizzati in grotte artificiali sulle pendici di questi "canyon".

Le aste fluviali non sono interessate da opere di sistemazione idraulica particolarmente importanti. I principali interventi riscontrati sono costituiti da briglie realizzate nei tratti montani del reticolo idrografico e arginature artificiali costruite nei tratti di valle dell'Anapo, del Ciane e del Mammaiabica.

In territorio di Priolo Gargallo ricadono due serbatoi realizzati fuori alveo a servizio di un impianto idroelettrico. Il serbatoio superiore (405,3 m s.l.m.) ha una capacità di invaso di 5,6 Mm³ ed è ubicato sul piano roccioso di Monte Cavallaro; il serbatoio inferiore è realizzato all'interno della vallata a quota 94,3 m s.l.m..

Il **fiume Ciane**, di lunghezza modesta, nasce dalle sorgenti di Testa Pisima, nel Pantano di Siracusa, e scorre in questa vasta area pianeggiante in un alveo incassato la cui sezione è di pochi metri quadrati. A poco più di un chilometro dalla foce c'è l'immissione del torrente Fontana Mortella e da questo tratto in poi il corso d'acqua prosegue all'interno di un alveo delimitato da argini artificiali. A valle della confluenza è presente un sistema di chiuse. Anche il fiume Ciane ha un notevole valore storico ambientale ed è famoso soprattutto perché lungo le sue sponde cresce spontaneamente il papiro.

Il **fiume Mammaiabica** nasce dal monte Cardinale (560 m s.l.m.), nel territorio comunale di Palazzolo Acreide. Nel tratto montano il corso d'acqua viene chiamato Cava Bagni, e

successivamente Cavadonna. Un affluente principale in sinistra idraulica è il torrente Cava Monasteri. Il tratto vallivo è arginato artificialmente. In questo studio sono state analizzate le aree vallive dei fiumi Anapo, Ciane e Mammaiabica.

3.2 Studio Idrologico

Il bacino imbrifero è caratterizzato da precipitazioni meteoriche che, in media, sono più abbondanti nel tardo autunno e nell'inverno. All'interno del bacino sono presenti numerose sorgenti perenni di portata ridotta e per tale motivo l'Anapo può considerarsi a carattere "permanente", anche se si tratta di un corso d'acqua a regime torrentizio essendo rilevante la differenza di portata tra la stagione estiva e quella invernale.

Sul Fiume Anapo è installata una stazione idrometrica in località San Nicola. La stazione ha uno zero idrometrico a quota 356 m s.l.m., sottende un bacino di 82 km² con un'altitudine media di circa 634 m s.l.m. Nel periodo di disponibilità dei dati (1972-95) è risultato un deflusso medio annuo di 257,6 mm su un afflusso di 671,2 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. 180/98 e nella Circolare n. 1 dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente del 7/3/2003. La metodologia utilizzata è descritta in dettaglio nella Relazione Generale del P.A.I..

In condizioni di magra, i tre fiumi Anapo, Ciane e Mammaiabica confluiscono in un punto a un centinaio di metri dalla foce. Per i calcoli idrologici e per le verifiche idrauliche si sono pertanto considerati come tre corsi d'acqua separati.

Il bacino idrografico del **fiume Anapo**, di estensione pari a circa 300 km², è stato suddiviso in tre sottobacini; per ogni sezione di chiusura dei sottobacini sono state calcolate le portate al colmo per gli assegnati tempi di ritorno.

Il bacino idrografico del **fiume Ciane** ha una estensione di circa 16 km². Per esso è stata considerata la sezione di chiusura in corrispondenza della foce per la quale sono state calcolate le portate al colmo di piena per i tre tempi di ritorno assegnati.

Il bacino idrografico del **fiume Mammaiabica** ha una estensione di circa 135 km². Anche per questo corso d'acqua è stata considerata la sezione di chiusura in corrispondenza della foce. Per essa sono state calcolate le portate al colmo di piena per i tre tempi di ritorno assegnati.

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

- la prima fase, definita di *pre-processing*, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM - Digital Elevation Model), il reticolo idrografico, i displuvi e, quindi, i limiti di bacino e dei sottobacini, ciascuno dei quali corredato dai principali parametri morfologici;
- la seconda fase, di *modellazione idrologica*, ha utilizzato come dati di input quelli ottenuti nella fase precedente; mediante il modello HEC-HMS è stato possibile simulare i processi di afflusso-deflusso ottenendo i valori delle portate al colmo di piena per i fissati tempi di ritorno in corrispondenza di sezioni di interesse.

In Figura 3.2.1 è riportato il DEM relativo ai tre bacini idrografici, compresi i limiti ed il reticolo idrografico. In Figura 3.2.2 è riportato lo schema idrologico, prodotto dal modello HEC-GeoHMS, utilizzato per il calcolo delle portate al colmo di piena.

Per entrambi i bacini le dimensioni delle celle del DEM utilizzato sono di 100x100 m.

Fig. 3.2.1 DEM (Digital Elevation Model) relativo ai bacini del Fiume Anapo, Ciane, Mammaiabica

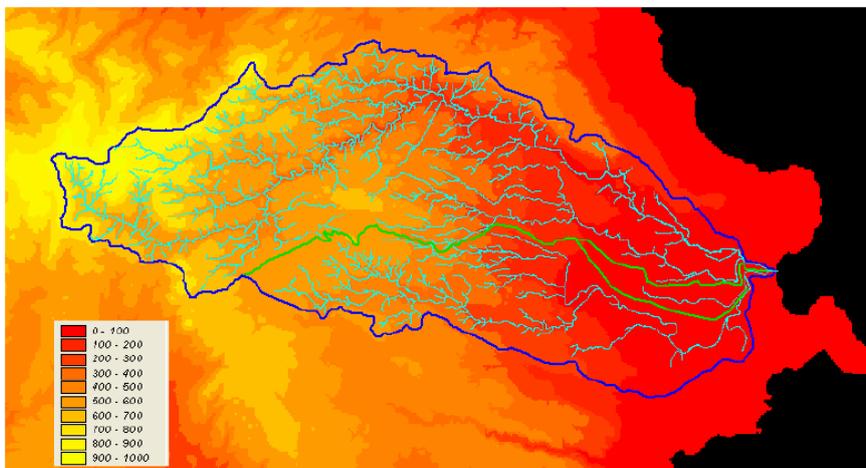
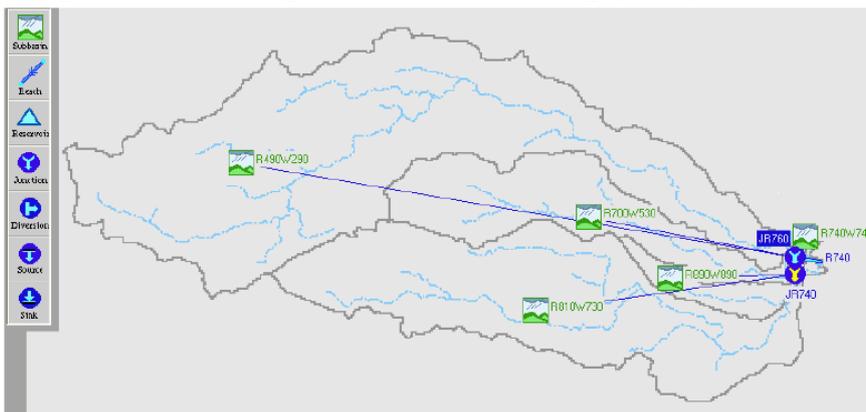


Fig. 3.2.2 Schema idrologico dei bacini del Fiume Anapo, Ciane, Mammaiabica



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) per i tre bacini idrografici in esame. Questa fase ha condotto alla determinazione dei parametri meteorologici, "a", "n" e "CV" per i tre bacini. A partire dalle carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale del PAI) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino (Tabella 3.1) utilizzando il software Arc-View.

Tab. 3.1 - Valori medi areali dei parametri "a", "n" e "CV" relativi ai bacini idrografici dei fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica

| Bacino idrografico | Superficie totale (km ²) | a | n | CV |
|--------------------|--------------------------------------|---------|-------|-------|
| Anapo | 299,85 | 29,5807 | 0,366 | 0,477 |
| Ciane | 16,12 | 32,7676 | 0,312 | 0,528 |
| Mammaiabica | 134,96 | 30,8521 | 0,343 | 0,505 |

Nelle Figure 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5 sono riportate le carte “iso-a”, “iso-n” e “iso-CV” in corrispondenza dei bacini in esame; nelle Figure 3.6.a, 3.6.b, 3.6.c, sono riportate le curve di probabilità pluviometrica (CPP) ricavate in seguito ai parametri prima calcolati, per i tre tempi di ritorno considerati e per i tre bacini idrografici dei fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica.

Fig. 3.2.3. DTM relativo alla distribuzione del parametro “a” nei bacini dei Fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica

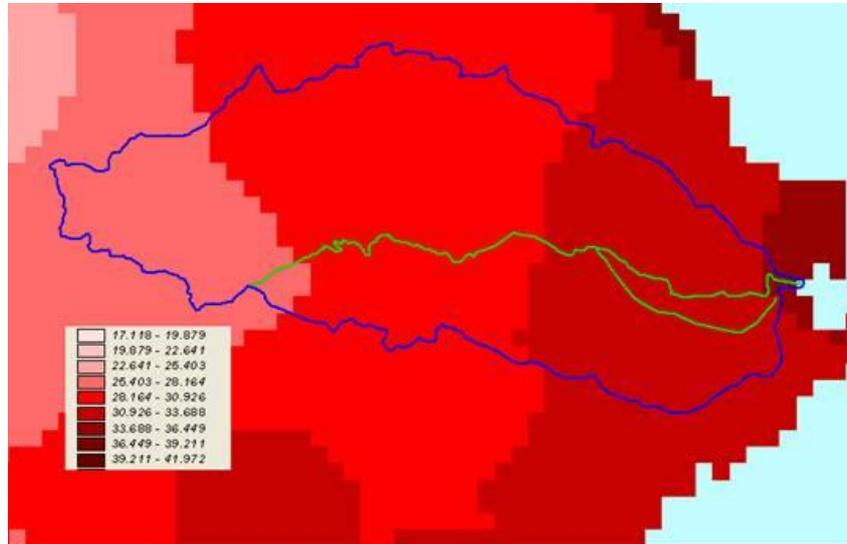


Fig. 3.2.4. DTM relativo alla distribuzione del parametro “n” nei bacini dei Fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica

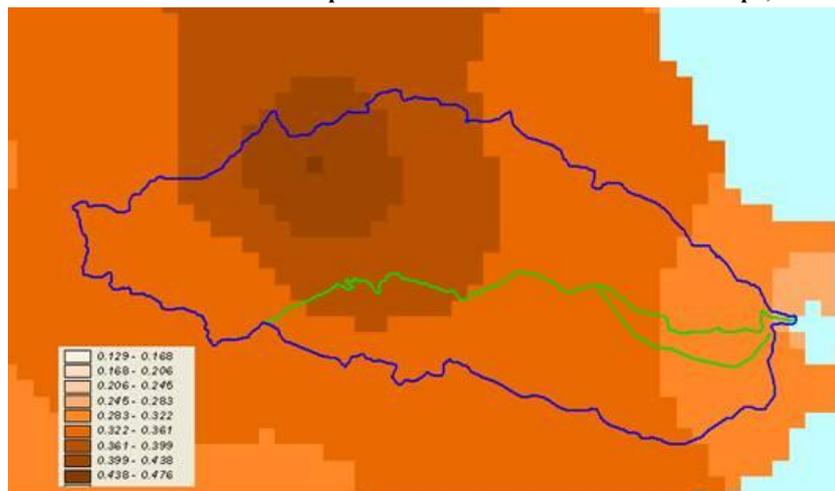
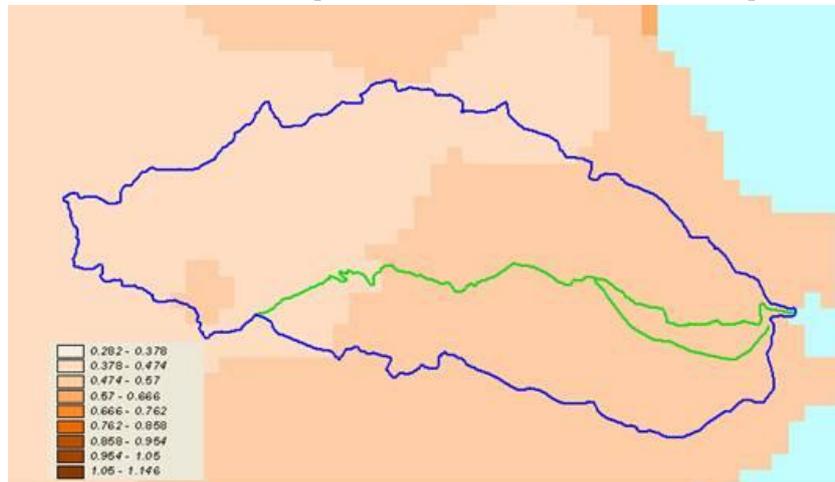


Fig. 3.2.5 DTM relativo alla distribuzione del parametro “CV” nei bacini dei Fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica



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

Fig. 3.1.a - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del F. Anapo per fissati tempi di ritorno

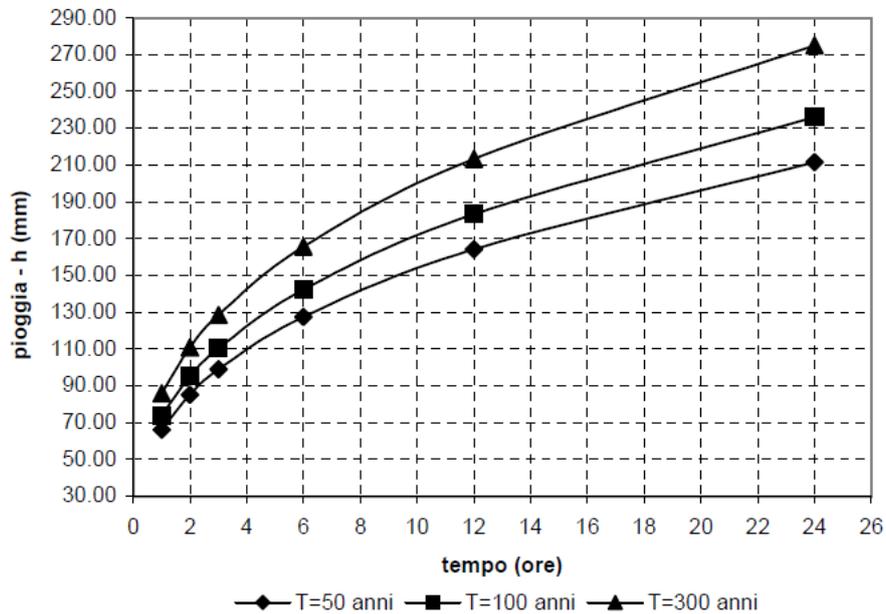


Fig. 3.1.b - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del F. Ciane per fissati tempi di ritorno

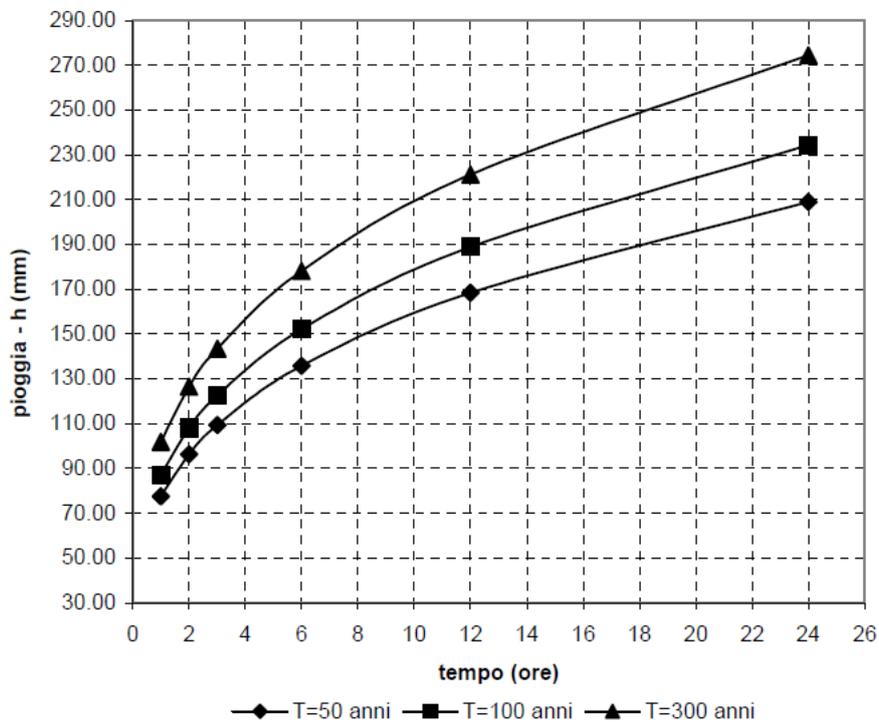
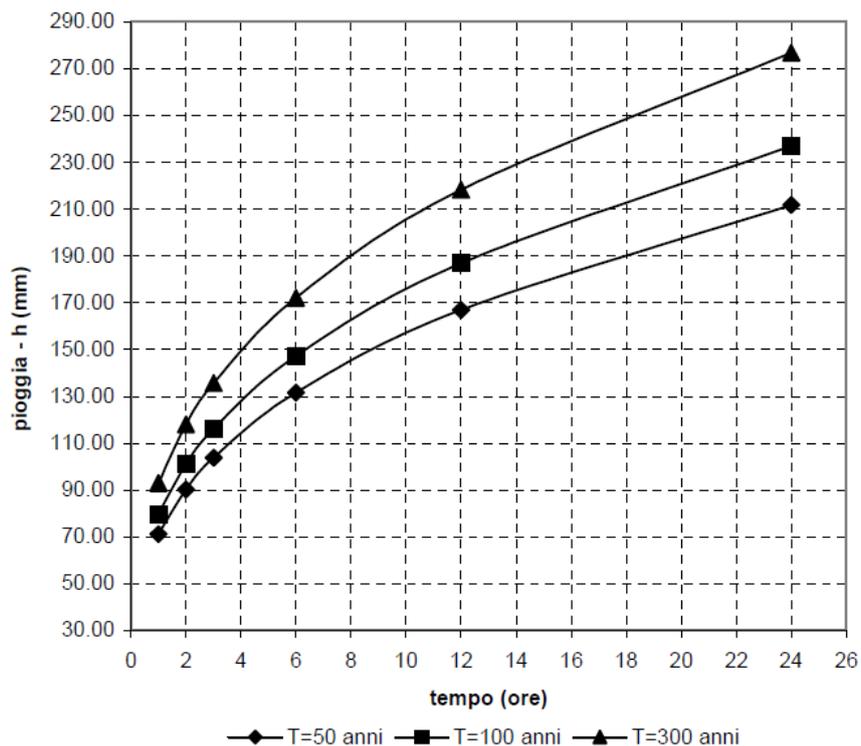


Fig. 3.1.c - Curve di probabilità pluviometrica per il bacino del F. Mammaiabica per fissati tempi di ritorno

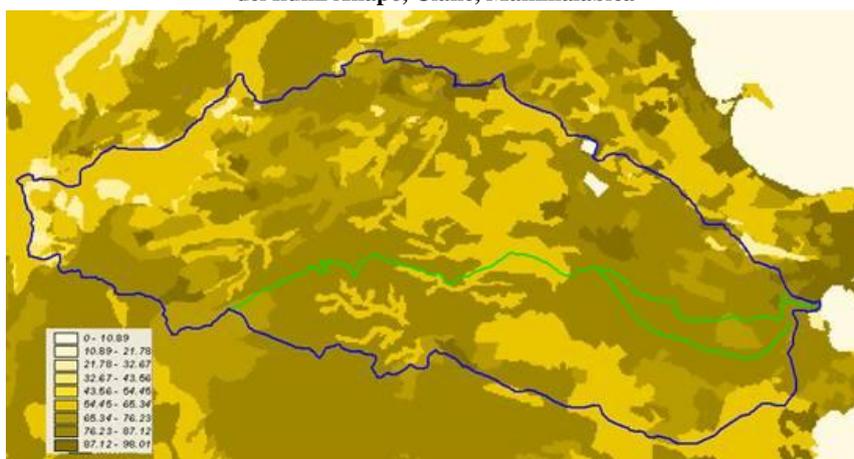


2. Calcolo della pioggia netta.

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. 3.2 è riportata la distribuzione areale del valore CN per i tre bacini in studio.

Fig. 3.2 - DTM (Digital Terrain Model) relativo alla distribuzione del parametro "CN" nei bacini idrografici dei fiumi Anapo, Ciane, Mammaiabica



I valori medi di CN, relativi ai 3 sottobacini considerati, sono riportati nelle Tabelle 3.2.a, 3.2.b, 3.2.c.

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

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | CN |
|----------------|-------------------------|------------------------|---------|
| 1 | 233,47 | R490W290 | 70,2142 |
| 2 | 65,16 | R700W530 | 73,4039 |
| 3 | 1,22 | R740W740 | 83,9583 |

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

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | CN |
|----------------|-------------------------|------------------------|---------|
| Intero | 16,12 | R890W890 | 79,2776 |

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

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | CN |
|----------------|-------------------------|------------------------|---------|
| intero | 134,96 | R810W730 | 73,3743 |

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 metri, sono stati ricavati automaticamente i percorsi di drenaggio, è stato individuato il reticolo idrografico e calcolata la lunghezza delle linee di drenaggio. A quest'ultima è stata associata una velocità di scorrimento superficiale costante e pari a 1,0 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 (Tabelle 3.3a, 3.3b, 3.3c).

Tab. 3.3.a - Valori medi del tempo di corrivazione di ogni sottobacino del Fiume Anapo

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | t _c (ore) |
|----------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 233,47 | R490W290 | 11,0 |
| 2 | 65,16 | R700W530 | 5,0 |
| 3 | 1,22 | R740W740 | 1,0 |

Tab. 3.3.b - Valori medi tempo di corrivazione di ogni sottobacino del Fiume Ciane

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | t _c (ore) |
|----------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| intero | 16,12 | R890W890 | 2,0 |

Tab. 3.3.c - Valori medi tempo di corrivazione di ogni sottobacino del Fiume Mammaiabica

| Sottobacino N° | Area (km ²) | Codice Sottobacino HMS | t _c (ore) |
|----------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| intero | 134,96 | R810W730 | 7,0 |

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 m/s.

Gli ietogrammi sintetici di pioggia e gli idrogrammi di piena del bacino per ciascun sottobacino sono riportati in appendice B. Di seguito, nelle figure 3.5.a, 3.5.b, 3.5.c, sono riportati gli idrogrammi di piena in corrispondenza delle foci del fiume Anapo, del fiume Ciane e del fiume Mammaiabica per i tre tempi di ritorno considerati.

Fig. 3.3.a - Idrogrammi di piena alla foce del F. Anapo per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.

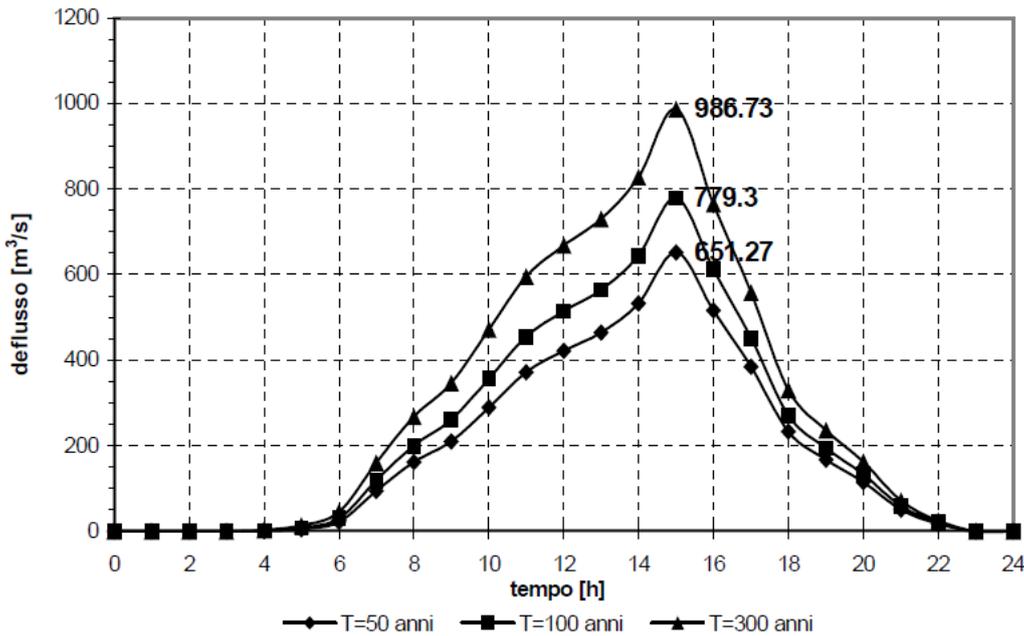


Fig. 3.5.b - Idrogrammi di piena alla foce del F. Ciane per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.

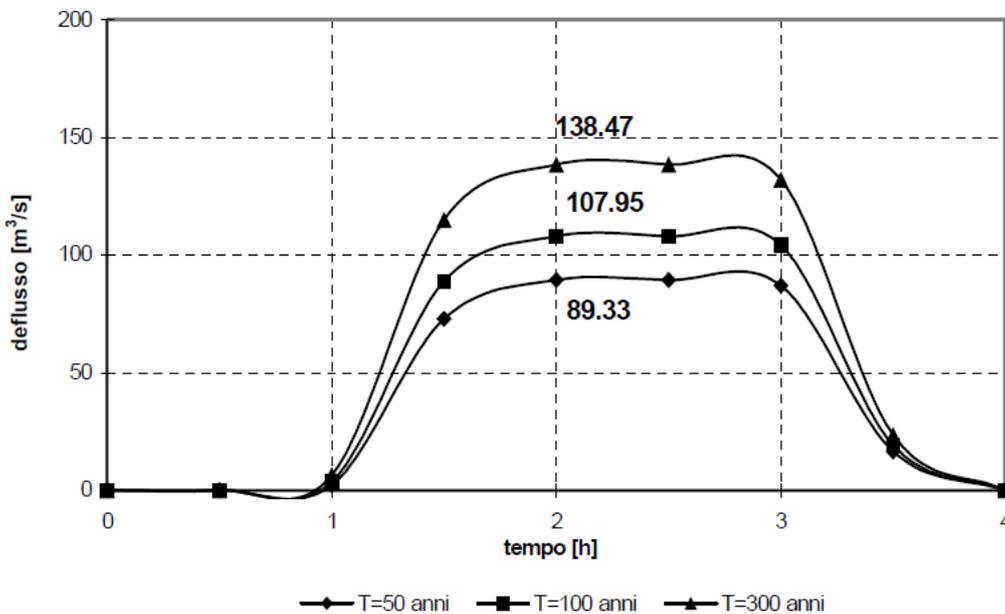
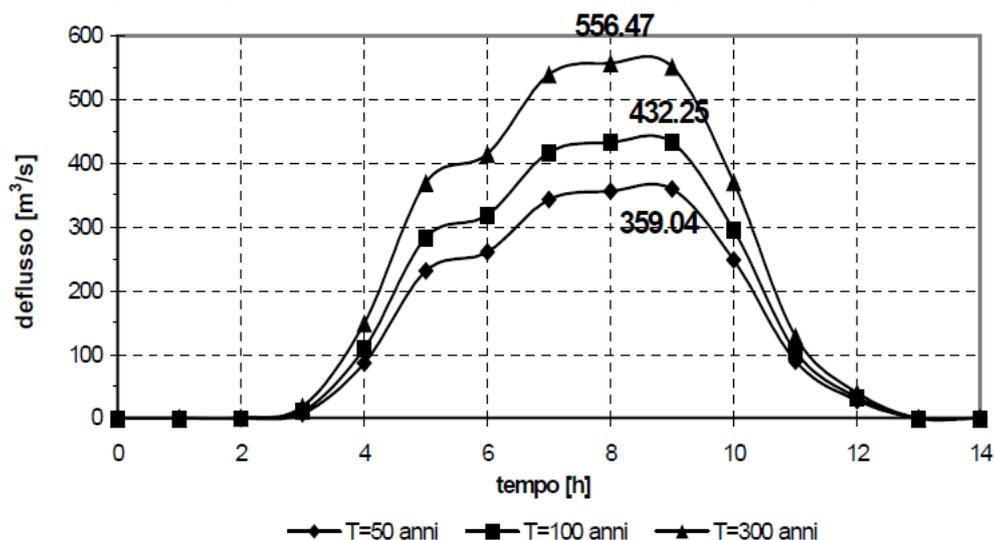


Fig. 3.5.c - Idrogrammi di piena alla foce del F. Mammaiabica per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.



In Tabella 3.4 sono indicati, per ogni sezione di chiusura dei tre sottobacini considerati per il fiume Anapo, i valori delle portate al colmo di piena; nelle Tabelle 3.4.a, 3.4.b, 3.4.c sono riportati rispettivamente i valori delle massime portate alla foce per i fiumi Anapo, Ciane e Mammaiabica.

Tab. 3.4 - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, relative ai sottobacini del F. Anapo.

| Sottobacino N° | Codice sezione HMS | Superficie (km ²) | $Q_{t=50}$ (m ³ /s) | $Q_{t=100}$ (m ³ /s) | $Q_{t=300}$ (m ³ /s) |
|----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | R490W290 | 233,47 | 639,44 | 764,67 | 967,20 |
| 2 | R700W530 | 65,16 | 58,18 | 73,42 | 100,54 |
| 3 | R740W740 | 1,22 | 55,85 | 63,93 | 76,66 |

Tab. 3.4.a - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza della foce del F. Anapo considerati 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 | Foce | 299,85 | 651,27 | 779,30 | 986,73 |

Tab. 3.4.b - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza della foce del F. Ciane considerati 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 | Foce | 16,12 | 89,33 | 107,95 | 138,47 |

Tab. 3.4.c - Valori delle portate al colmo di piena (Q_t), per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni, in corrispondenza della foce del F. Mammaiabica considerati 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 | Foce | 134,96 | 359,04 | 432,25 | 556,47 |

3.3 Studio Idraulico

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

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

3.3.1 Rilievi e Cartografia

L'analisi è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000), la cartografia digitalizzata del territorio comunale di Siracusa (scala 1:2.000).

3.3.2 Caratteristiche Fisiche ed Idrauliche dei corsi d'acqua

3.3.2.a Il fiume Anapo

In virtù delle osservazioni in situ sono stati fissati i parametri di scabrezza da utilizzare nel modello idraulico adoperato. L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha indirizzato a fissare coefficienti di Manning compresi tra 0,05 e 0,10 $m^{-1/3} \cdot s$ per l'asta principale e tra 0,05 e 0,07 $m^{-1/3} \cdot s$ per il fiume Scandurra.

3.3.2.b Il fiume Ciane

Dalle osservazioni in situ è stato possibile fissare coefficienti di Manning variabili tra a 0,035 e 0,12 $m^{-1/3} \cdot s$.

3.3.2.c Il fiume Mammaiabica

In virtù delle osservazioni in situ è stato fissato un coefficiente di Manning compreso tra 0,035 e 0,10 $m^{-1/3} \cdot s$.

3.3.3 Opere Principali Presenti nel Corso d'Acqua

3.3.3.1 Attraversamenti

Per ognuno di essi è stato necessaria una caratterizzazione geometrica al fine di valutare, attraverso il software HEC-RAS, se la portata massima defluisce senza sormontarlo. I rilievi, eseguiti in situ, sono riportati nelle schede identificative in appendice C, assieme ad una corografia generale di tutti gli attraversamenti.

Gli attraversamenti rilevati sono i seguenti.

Per il fiume Anapo:

- A1) S.S. n. 115 Sud Occidentale Sicula
- A2) ponte tubo
- A3) Ferrovia Gela – bivio Lentini
- A4) S.P. Siracusa – Canicattini Bagni
- A5) strada interpodereale
- A6) strada interpodereale
- A7) ponte tubo

Per il fiume Scandurra (affluente dell'Anapo):

- S1) strada comunale
- S2) strada interpoderale
- S3) strada interpoderale
- S4) S. R. n. 3

Per il fiume Ciane:

- C1) S.S. n. 115 Sud Occidentale Sicula
- C2) strada interpoderale
- C3) Ferrovia Gela – bivio Lentini
- C4) strada comunale
- C5) strada interpoderale
- C6) strada interpoderale
- C7) strada interpoderale
- C8) strada interpoderale
- C9) strada interpoderale
- C10) strada interpoderale

Per il fiume Mammaiabica:

- M1) S.S. n. 115 Sud Occidentale Sicula
- M2) strada interpoderale
- M3) Ferrovia Gela – bivio Lentini
- M4) strada interpoderale
- M5) strada interpoderale
- M6) strada interpoderale

3.3.3.2 Opere di sistemazione idraulica

Le opere di sistemazione idraulica che interessano direttamente il torrente non sono particolarmente rilevanti. Esse sono rappresentate da interventi discontinui di sistemazione costituiti da soglie e difese di sponda. Lungo le aste fluviali esistono arginature artificiali nei tratti prossimi alla foce, con i quali è stata bonificata la zona dei Pantani.

3.3.4 Verifiche Idrauliche

Nel presente studio sono state condotte le verifiche idrauliche dei tratti vallivi del fiume Anapo e del suo affluente Scandurra, nonché dei fiumi Ciane e Mammaiabica.

Per il **fiume Anapo** i valori delle portate al colmo di piena utilizzati fino alla confluenza con il fiume Scandurra sono quelli corrispondenti al codice sottobacino HMS denominato “R490W290” riportato nella tabella 3.4; nella stessa tabella sono riportati, con il codice “R700W530”, i valori della portate utilizzati per la verifica del fiume Scandurra. A valle della confluenza e fino alla foce le portate al colmo di piena considerate sono quelle riportate in tabella 3.4.a.

Per le verifiche sul fiume Ciane si sono utilizzati i valori delle portate al colmo riportati in Tabella 3.4.b.

Per il **fiume Mammaiabica** si sono utilizzati i valori riassunti nella tabella 3.4.c. 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).

Nelle condizioni al contorno si è imposta l’altezza critica della corrente nell’ultima sezione dell’alveo (foce) e l’altezza di moto uniforme a monte. Per il fiume Scandurra è stata imposta l’altezza di moto uniforme a monte e a valle (confluenza con il fiume Anapo). Sono state condotte

tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena calcolata per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

3.3.4.1 Verifica idraulica sul fiume Anapo

Per il fiume Anapo la verifica è stata condotta sui 5 km a monte della foce dell'asta principale nonché sugli ultimi 2,5 km del suo affluente Scandurra.

Per la simulazione idraulica sull'asta principale si sono considerate 67 sezioni. Per il fiume Scandurra sono state considerate 45 sezioni.

Applicando il modello HEC-RAS si sono ottenuti i risultati riportati in Appendice D (relazione PAI). Le tabelle 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. In appendice D è inoltre riportata una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

Per i tre tempi di ritorno considerati i valori massimi del tirante idrico sono stati riscontrati nella sezione 5157 mentre i valori minimi si presentano presso la foce (sezione 3); per quanto riguarda la velocità media in alveo, i valori massimi si riscontrano nella sezione 185, mentre il valore minimo si ha nella sezione 886 per tempo di ritorno di 50 anni. In Tabella 3.5a 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. 3.5.a - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Anapo

| Tempo di ritorno [anni] | Tirante idrico minimo [m] (n. sezione) | Tirante idrico massimo [m] (sezione n.) | Velocità minima [m/s] (n. sezione) | Velocità massima [m/s] (n. sezione) |
|--------------------------------|---|--|---|--|
| 50 | 1,31 | 11,47 | 0,92 | 3,70 |
| | (3) | (5157) | (886) | (185) |
| 100 | 1,46 | 11,97 | 1,04 | 4,06 |
| | (3) | (5157) | (2998) | (185) |
| 300 | 1,69 | 12,72 | 1,11 | 4,60 |
| | (3) | (5157) | (2998) | (185) |

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

3.3.4.2 Verifica idraulica sul fiume Ciane

Per la verifica idraulica sul fiume Ciane si sono considerate 60 sezioni. Le verifiche hanno interessato poco più di 5 chilometri a monte della foce. In sostanza è stato verificato l'ultimo tratto, arginato artificialmente, del fiume Ciane e il tratto di monte, il Fontana Mortilla. È stato trascurato infatti l'apporto del bacino sotteso dal Ciane a monte della confluenza in caso di eventi di pioggia eccezionali.

I risultati delle verifiche, ottenuti applicando il modello HEC-RAS, sono riportati in Appendice D.

I valori minimi del tirante idrico si rilevano nella sezione 685, mentre i valori massimi si presentano nelle sezioni 3110, 4690, 1056; per quanto riguarda la velocità media in alveo, i valori massimi si riscontrano nella sezione 685 mentre il valore minimo si presenta in diverse sezioni. In Tabella 3.5.b sono riportati i valori estremi (massimi e minimi) dei tiranti idrici e delle velocità medie in alveo ottenuti in seguito alle simulazione del modello HEC-RAS

Tab. 3.5.b - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Ciane

| Tempo di ritorno [anni] | Tirante idrico minimo [m] (n. sezione) | Tirante idrico massimo [m] (sezione n.) | Velocità minima [m/s] (n. sezione) | Velocità massima [m/s] (n. sezione) |
|--------------------------------|---|--|---|--|
| 50 | 1,08 | 5,16 | 0,02 | 2,98 |
| | (685) | (3110) | (varie) | (685) |
| 100 | 1,19 | 6,01 | 0,02 | 3,07 |
| | (685) | (4690) | (varie) | (685) |
| 300 | 1,34 | 7,15 | 0,02 | 3,28 |
| | (685) | (1056) | (varie) | (685) |

Anche in questo caso non è stata considerata l'interazione fra corrente fluviale e moto ondoso.

3.3.4.3 Verifica idraulica sul fiume Mammaiabica

La verifica idraulica sul fiume Mammaiabica è stata eseguita prendendo in esame 32 sezioni che vanno dalla foce sino a poco più di 4 km a monte. Il corso d'acqua scorre per l'intero tratto all'interno di argini in terra.

I risultati delle verifiche, ottenuti applicando il modello HEC-RAS, sono riportati in Appendice D.

Per questo corso d'acqua si registrano i valori minimi in corrispondenza della foce (sezione 95) e i valori massimi del tirante idrico nella sezione 2657 e 2822; riguardo la velocità media in alveo, i valori massimi si verificano nella sezione 95 mentre il valore minimo si ha nella sezione 3131. In Tabella 3.5.c 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. 3.5.c - Valori estremi dei tiranti idrici e delle velocità in alveo del Fiume Mammaiabica

| Tempo di ritorno [anni] | Tirante idrico minimo [m] (n. sezione) | Tirante idrico massimo [m] (sezione n.) | Velocità minima [m/s] (n. sezione) | Velocità massima [m/s] (n. sezione) |
|--------------------------------|---|--|---|--|
| 50 | 1,56 | 5,82 | 0,11 | 3,61 |
| | (95) | (2657-2822) | (3131) | (95) |
| 100 | 1,71 | 6,24 | 0,13 | 3,82 |
| | (95) | (2657-2822) | (3131) | (95) |
| 300 | 1,93 | 6,86 | 0,15 | 4,17 |
| | (95) | (2657-2822) | (3131) | (95) |

Come detto in precedenza non si considera l'interazione fra corrente fluviale e moto ondoso.

3.4 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., in funzione del solo tempo di ritorno e, precisamente, in modo inversamente proporzionale ad esso (vedi Tabella 3.6).

Tab. 3.6 - Definizione delle pericolosità idraulica P secondo la metodologia semplificata

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

In questo studio si sono delimitate le aree inondate nella parte valliva del bacino idrografico per l’esonazione dei fiumi Anapo, Scandurra, Ciane, Mammaiabica.

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 studio (Carte Tecniche Regionali 1:10.000 646110, 646120,646150,646160).

Per la zona studiata l’area a pericolosità “P3” misura complessivamente circa 1.487 ha, 1.502 ha per la “P2” e 1.531 ha per la “P1”.

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 Tr.

Al riguardo appare opportuno esporre di seguito il metodo utilizzato per la valutazione della popolazione esposta nei centri abitati e nuclei abitati

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 interessai 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

3.5.1.1 Centro abitato

La porzione coinvolta, pari a circa $0,65 \text{ km}^2$, è presso il centro abitato di Siracusa (zona Stabilimento SAGOS, Canale Pisimotta, Masseria Santannera) con una popolazione di 58 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 1, PAI = E4).

3.5.1.2 Nucleo abitato

Le porzioni coinvolte, pari a circa $0,11 \text{ km}^2$, sono in tutto due (nei pressi di Case San Corrado e della Masseria S. Filippo Neri) per un totale di 106 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 2, PAI = E3).

3.5.1.3 Località produttiva

La porzione coinvolta (circa $0,08 \text{ km}^2$) è un'area produttiva (ex stabilimento SOTIS) senza abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 3, PAI = E3).

3.5.1.4 Altri elementi a rischio coinvolti

Ulteriori elementi esposti nell'area di esondazione sono: la scuola "XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148)"; le strade statali 114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km); la strada provinciale SP14 (3,7 km); altre strade (17,8 km); la ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 2,3 km);

Seguono le mappe degli elementi a rischio ricadenti nell'area a pericolosità P3 del bacino dell'Anapo.

Fig. 3.5.1 Popolazione interessata dall'esonazione per $Tr=50$ anni

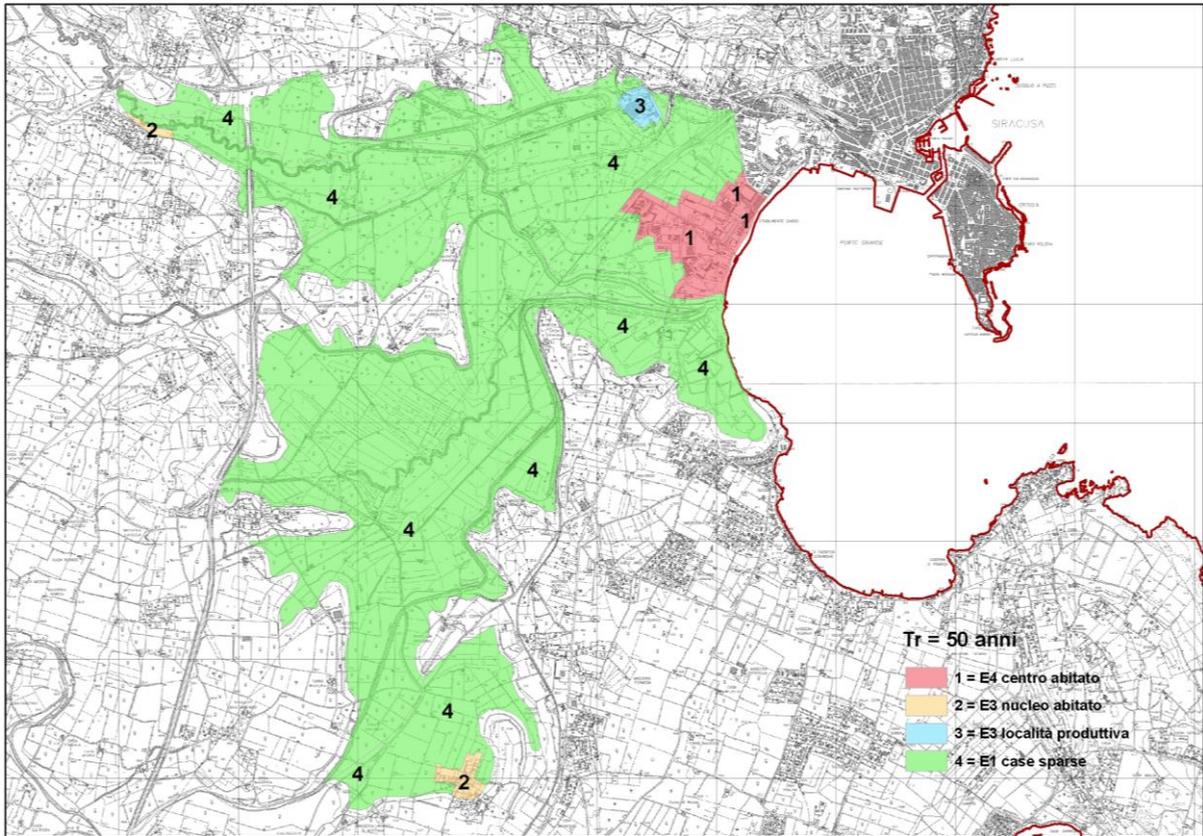


Fig. 3.5.2 Toponimi da cartografia CTR interessati dall'esonazione per $Tr=50$ anni

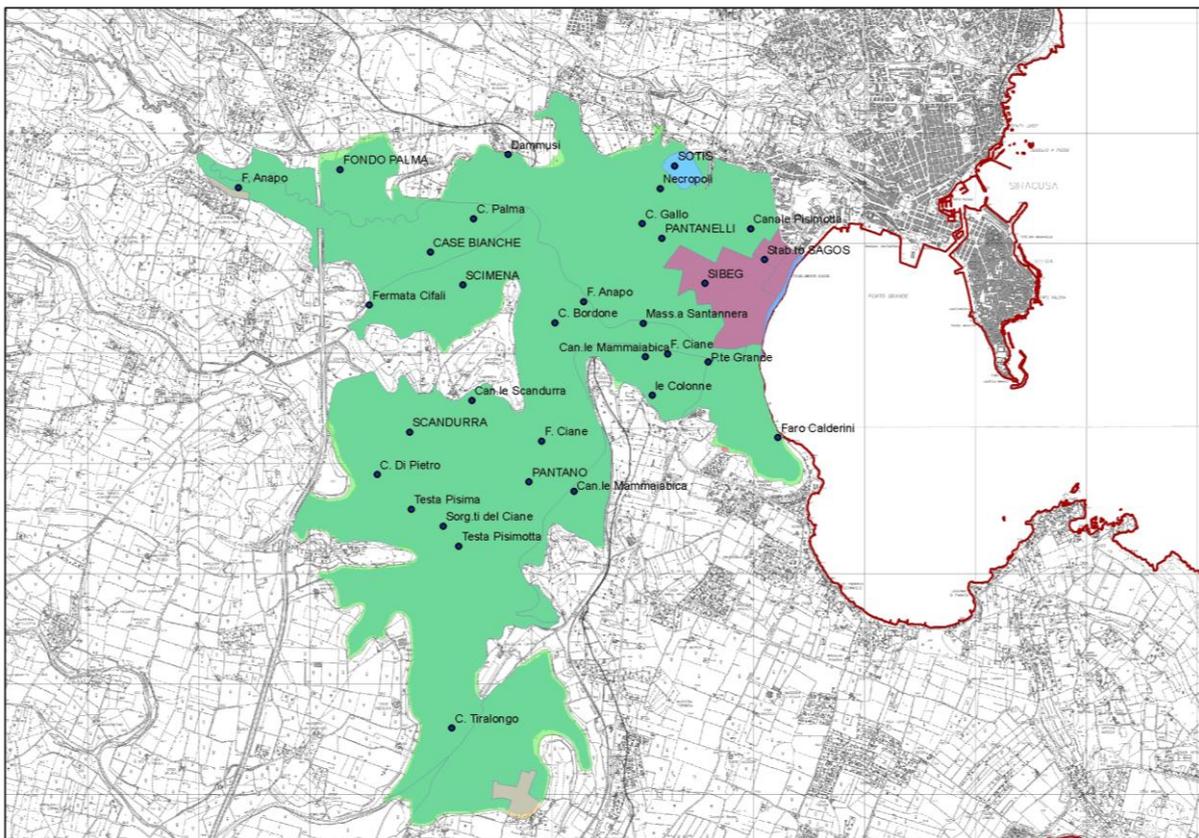


Fig. 3.5.3 Strade interessate dall'esondazione per $T_r=50$ anni

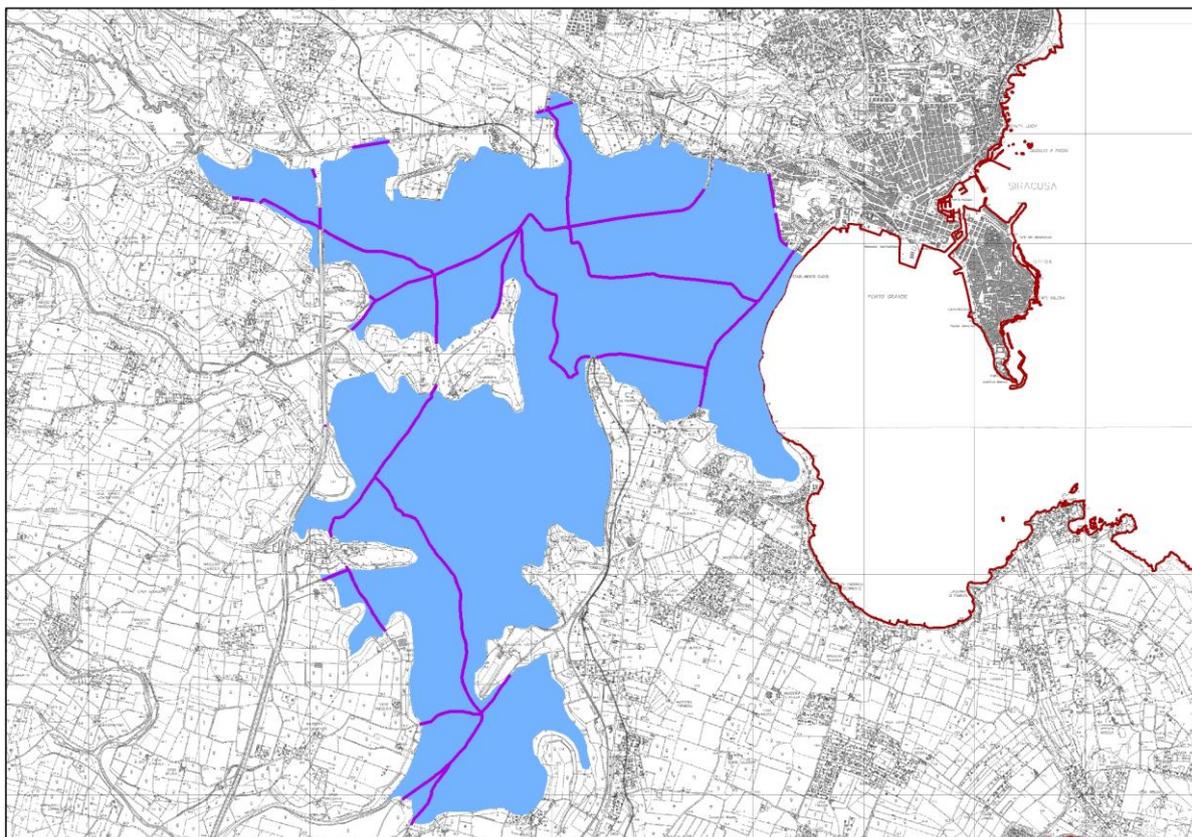
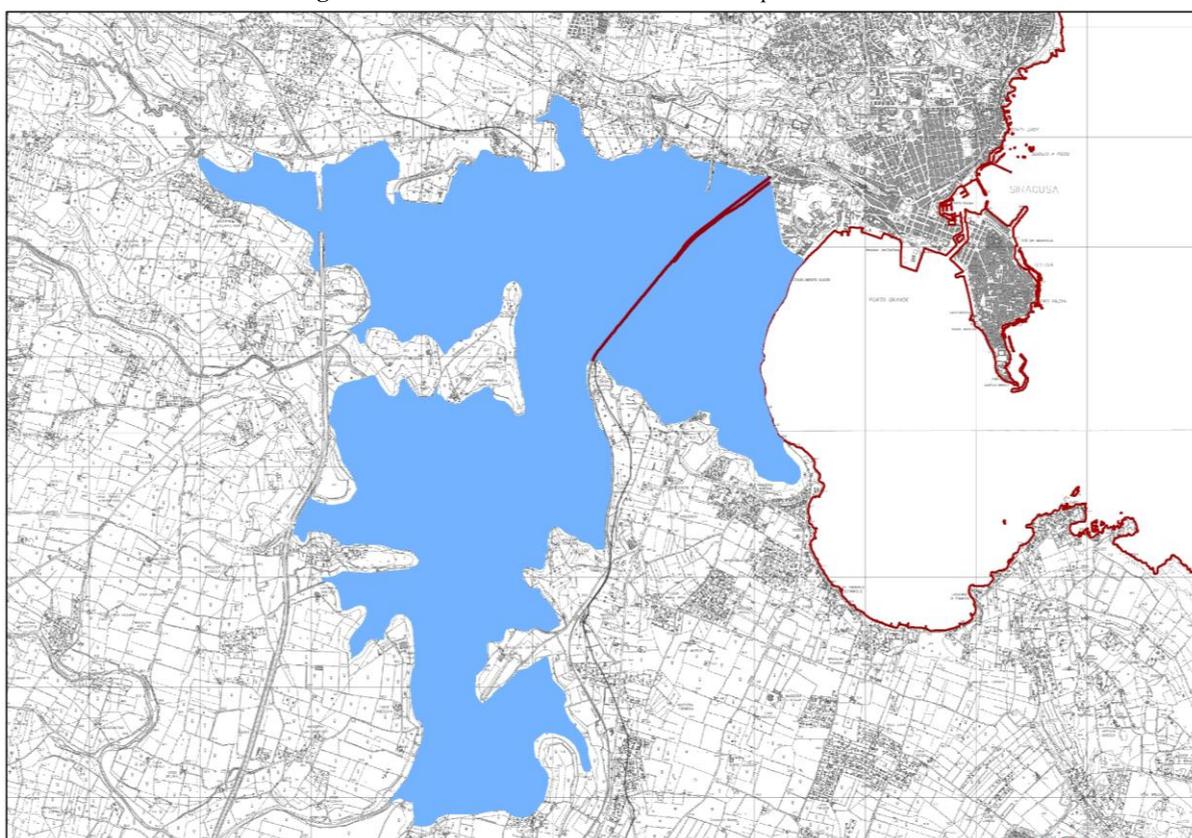


Fig. 3.5.4 Ferrovie interessate dall'esondazione per $T_r=50$ anni



Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tab. 3.8.

Tab. 3.8 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 50 anni

| TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO | DENOMINAZIONE | COINVOLTO/ (SI/NO) | NUMERO ABITANTI |
|---|---|-------------------------------|----------------------------|
| CENTRO ABITATO | Area stabilimento SAGOS, SIBEG, Canale Pisimotta | SI' | 58 |
| NUCLEO ABITATO | pressi di Case San Corrado e Masseria S. Filippo Neri | SI' | 106 |
| INSEDIAMENTI PRODUTTIVI | ex stabilimento SOTIS | SI' | 0 |
| COMPLESSI SCOLASTICI | XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148) | SI' | 0 |
| STRADA STATALE | SS114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km) | SI' | N.A. |
| VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC) | SP14 (tot. 3,7 km) Altre strade (tot. 17,8 km) | SI' | N.A. |
| FERROVIA | Ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 2,3 km) | SI' | N.A. |

3.5.1.5 Tipologie uso suolo interessate da areale a 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 dalla cartografia dell'uso del suolo Corine Land Cover. Nella Tabella 3.9 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità avente tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tab. 3.9 - Estensione area in ha interessata da esondazione ($Tr = 50$ anni)per tipologia d'uso del suolo CLC (liv.3) e per tipologia di attività economica secondo le linee guida della CE (*)

| CLC liv.3 | Descrizione codice Corine Land Cover | B41 | B42 | B43 | B44 | B46 | Totale [ha] | Totale [%] |
|--------------------|--|---------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|
| 1. | SUPERFICI ARTIFICIALI | | | | | | | |
| 1.1.2. | Zone residenziali a tessuto discontinuo | 0,02 | - | - | - | - | 0,02 | 0,001% |
| 1.2.1. | Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | - | - | - | 100,0 | - | 100,0 | 6,8% |
| 1.2.3. | Aree portuali | - | 1,7 | - | - | - | 1,7 | 0,1% |
| 1.4.2. | Aree ricreative e sportive | - | - | - | 28,0 | - | 28,0 | 1,9% |
| 2. | SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE | | | | | | | |
| 2.1.1. | Seminativi in aree non irrigue | - | - | 304,8 | - | - | 304,8 | 20,6% |
| 2.2.2. | Frutteti e frutti minori | - | - | 883,3 | - | - | 883,3 | 59,7% |
| 2.4.2. | Sistemi colturali e particellari | - | - | 129,0 | - | - | 129,0 | 8,7% |
| 5. | CORPI IDRICI | | | | | | | |
| 5.2.1. | Lagune | - | - | - | - | 31,5 | 31,5 | 2,1% |
| Totale [ha] | | 0,02 | 1,7 | 1.317,1 | 1.280 | 31,5 | 1.478,3 | 100% |
| Totale [%] | | 0,001% | 0,1% | 89,1% | 8,7% | 2,1% | 100% | |

(*) *Linee guida della Commissione Europea per il reporting sulle mappe di rischio: B41 "Beni immobiliari": conseguenze avverse per raggiungere la struttura, che potrebbero includere case. B42 "Infrastrutture": conseguenze avverse per attività infrastrutturali, quali utenze, produzione di energia, trasporti, stoccaggio e comunicazioni. B43 "Uso rurale del suolo": conseguenze negative per gli usi della terra, come l'attività agricola (allevamento, seminativo e orticoltura), la silvicoltura, l'estrazione di minerali e la pesca. B44 "Attività economica": conseguenze avverse ai settori di attività economica quali il manifatturiero, le costruzioni, il commercio al dettaglio, i servizi e altre fonti di occupazione. B45 "Altro". B46 "Non applicabile".*

3.5.2 Elementi coinvolti per $Tr=100$ anni

3.5.2.1 Centro abitato

La porzione coinvolta, pari a circa 0,66 km², è presso il centro abitato di Siracusa (zona Stabilimento SAGOS, Canale Pisimotta, Masseria Santannera) con una popolazione di 58 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 1, PAI = E4).

3.5.2.2 Nucleo abitato

Le porzioni coinvolte, pari a circa 0,12 km², sono in tutto due (nei pressi di Case San Corrado e della Masseria S. Filippo Neri) per un totale di 110 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 2, PAI = E3).

3.5.2.3 Località produttiva

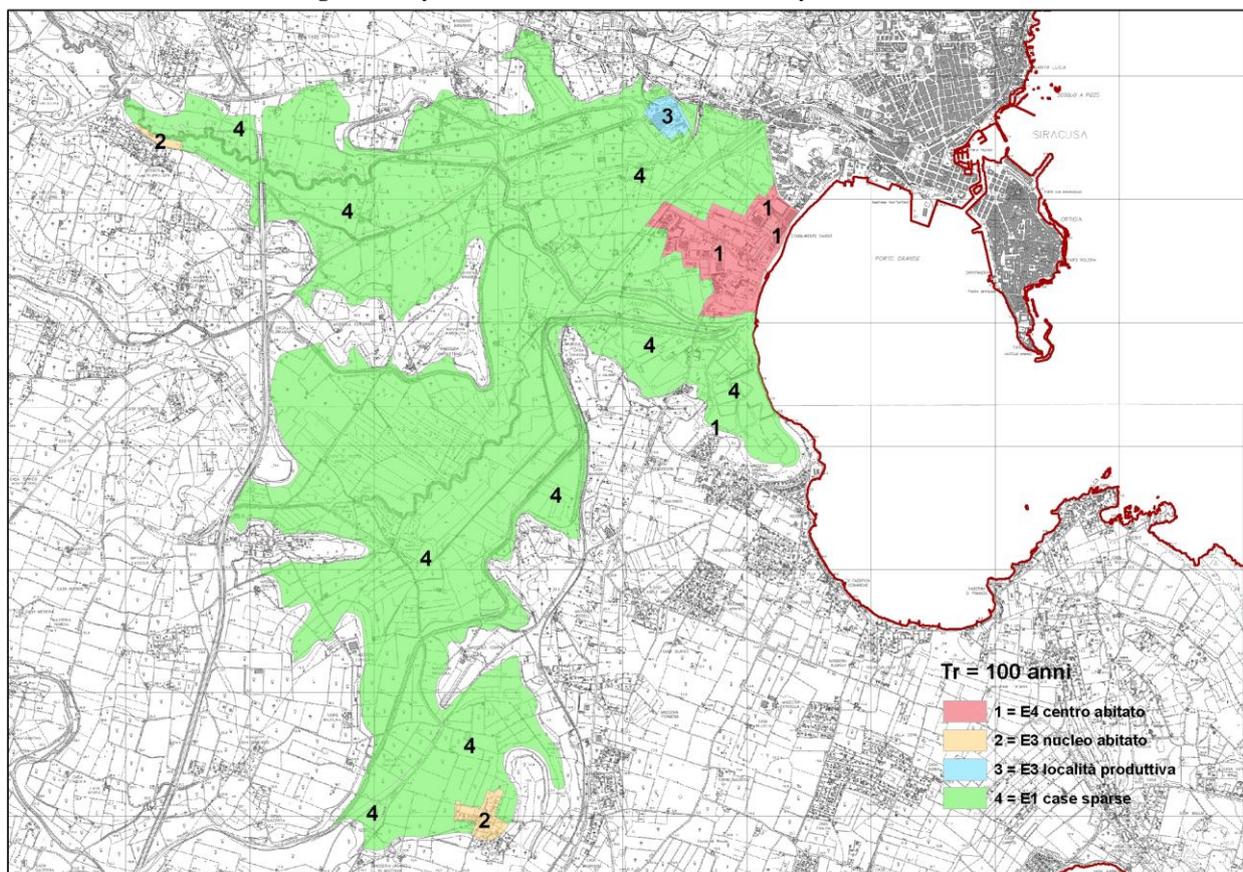
La porzione coinvolta (circa 0,08 km²) è un'area produttiva (ex stabilimento SOTIS) senza abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 3, PAI = E3).

3.5.2.4 Altri elementi a rischio coinvolti

Ulteriori elementi esposti nell'area di esondazione sono: la scuola "XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148)"; le strade statali 114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km); la strada provinciale SP14 (3,7 km); altre strade (17,8 km); la ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 2,3 km);

Segue la mappa delle aree censuarie ISTAT a rischio ricadenti nell'area a pericolosità P2 del bacino dell'Anapo.

Fig. 3.5.6 Popolazione interessata dall'esondazione per Tr= 100 anni



Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.10

Tab. 3.10 - Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 100 anni Codice

| TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO | DENOMINAZIONE | COINVOLTO (SI/NO) | NUMERO ABITANTI |
|---|---|------------------------------|----------------------------|
| CENTRO ABITATO | Area stabilimento SAGOS, SIBEG, Canale Pisimotta | SI' | 58 |
| NUCLEO ABITATO | pressi di Case San Corrado e Masseria S. Filippo Neri | SI' | 110 |
| INSEDIAMENTI PRODUTTIVI | ex stabilimento SOTIS | SI' | 0 |
| COMPLESSI SCOLASTICI | XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148) | SI' | 0 |
| STRADA STATALE | SS114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km) | SI' | N.A. |
| VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC) | SP14 (tot. 3,7 km) Altre strade (tot. 17,8 km) | SI' | N.A. |
| FERROVIA | Ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 2,3 km) | SI' | N.A. |

3.5.2.5 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. Nella Tabella 3.11 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità avente tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tab3.11 - Estensione area in ha interessata da esondazione ($Tr = 100$ anni)per tipologia d'uso del suolo CLC (liv.3) e per tipologia di attività economica(*)

| CLC liv.3 | Descrizione codice Corine Land Cover | B41 | B42 | B43 | B44 | B46 | Totale [ha] | Totale [%] |
|--------------------|--|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|
| 1. | SUPERFICI ARTIFICIALI | | | | | | | |
| 1.1.2. | Zone residenziali a tessuto discontinuo | 0,1 | - | - | - | - | 0,1 | 0,01% |
| 1.2.1. | Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | - | - | - | 100,0 | - | 100,0 | 6,7% |
| 1.2.3. | Aree portuali | - | 1,7 | - | - | - | 1,7 | 0,1% |
| 1.4.2. | Aree ricreative e sportive | - | - | - | 28,0 | - | 28,0 | 1,9% |
| 2. | SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE | | | | | | | |
| 2.1.1. | Seminativi in aree non irrigue | - | - | 311,2 | - | - | 311,2 | 20,8% |
| 2.2.2. | Frutteti e frutti minori | - | - | 890,4 | - | - | 890,4 | 59,6% |
| 2.4.2. | Sistemi colturali e particellari | - | - | 130,3 | - | - | 130,3 | 8,7% |
| 5. | CORPI IDRICI | | | | | | | |
| 5.2.1. | Lagune | - | - | - | - | 31,5 | 31,5 | 2,1% |
| Totale [ha] | | 0,1 | 17 | 1.332,0 | 128,0 | 31,5 | 1.493,4 | 100% |
| Totale [%] | | 0,01% | 0,1% | 89,2% | 8,6% | 2,1% | 100% | |

(*) *Linee guida della Commissione Europea per il reporting sulle mappe di rischio: B41 "Beni immobiliari": conseguenze avverse per raggiungere la struttura, che potrebbero includere case. B42 "Infrastrutture": conseguenze avverse per attività infrastrutturali, quali utenze, produzione di energia, trasporti, stoccaggio e comunicazioni. B43 "Uso rurale del suolo": conseguenze negative per gli usi della terra, come l'attività agricola (allevamento, seminativo e orticoltura), la silvicoltura, l'estrazione di minerali e la pesca. B44 "Attività economica": conseguenze avverse ai settori di attività economica quali il manifatturiero, le costruzioni, il commercio al dettaglio, i servizi e altre fonti di occupazione. B45 "Altro". B46 "Non applicabile".*

3.5.3 Elementi coinvolti per $Tr=300$ anni

3.5.3.1 Centro abitato

La porzione coinvolta, pari a circa $0,66 \text{ km}^2$, è presso il centro abitato di Siracusa (zona Stabilimento SAGOS, Canale Pisimotta, Masseria Santannera) con una popolazione di 62 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 1, PAI = E4).

3.5.3.2 Nucleo abitato

Le porzioni coinvolte, pari a circa 0,13 km², sono in tutto due (nei pressi di Case San Corrado e della Masseria S. Filippo Neri) per un totale di 116 abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 2, PAI = E3).

3.5.3.3 Località produttiva

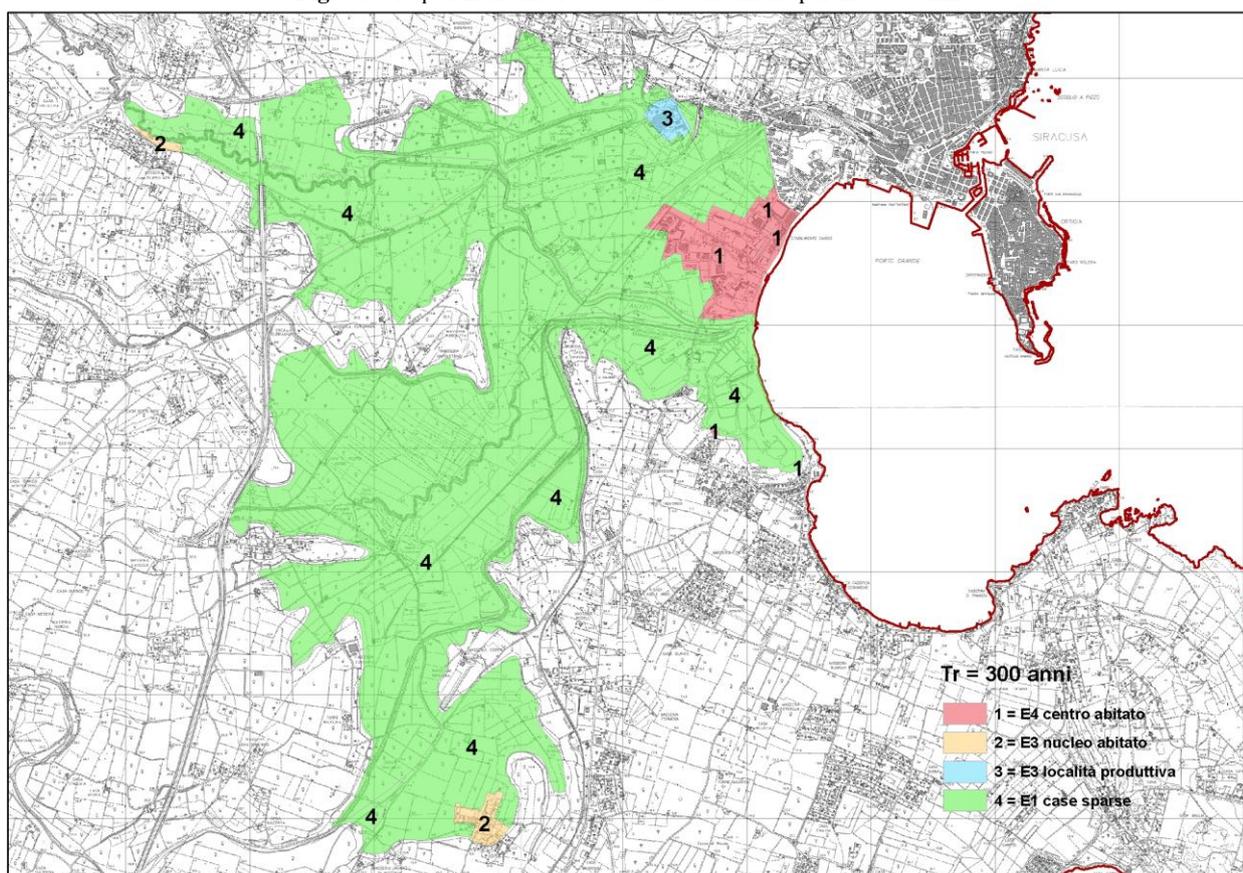
La porzione coinvolta (circa 0,08 km²) è un'area produttiva (ex stabilimento SOTIS) senza abitanti secondo le sezioni censuarie dell'ISTAT (cod. loc. 3, PAI = E3).

3.5.3.4 Altri elementi a rischio coinvolti

Ulteriori elementi esposti nell'area di esondazione sono: la scuola "XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148)"; le strade statali 114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km); la strada provinciale SP14 (3,7 km); altre strade (17,8 km); la ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 2,3 km).

Segue la mappa delle aree censuarie ISTAT a rischio ricadenti nell'area a pericolosità P1 del bacino dell'Anapo.

Fig. 3.5.7 Popolazione interessata dall'esondazione per Tr= 300 anni



Le informazioni sopra descritte sono sinteticamente riportate nella Tabella 3.12

Tab. 3.12- Tabella riassuntiva elementi interessati da esondazione per Tr= 300 anni

| TIPOLOGIA ELEMENTO A RISCHIO | DENOMINAZIONE | COINVOLTO/ (SI/NO) | NUMERO ABITANTI |
|---|---|-------------------------------|----------------------------|
| CENTRO ABITATO | Area stabilimento SAGOS, SIBEG, Canale Pisimotta | SI' | 62 |
| NUCLEO ABITATO | pressi di Case San Corrado e Masseria S. Filippo Neri | SI' | 116 |
| INSEDIAMENTI PRODUTTIVI | ex stabilimento SOTIS | SI' | 0 |
| COMPLESSI SCOLASTICI | XIV° Istituto di Istruzione Superiore Statale Principe di Napoli (Via Elorina, 148) | SI' | 0 |
| STRADA STATALE | SS114, 115, 124 (per un totale di 3,3 km) | SI' | N.A. |
| VIABILITÀ SECONDARIA (SP, SC) | SP14 (tot. 3,7 km), Altre strade (tot. 17,8 km) | SI' | N.A. |
| FERROVIA | Ferrovia Caltanissetta-Xirbi-Siracusa (totale 3,5 km) | SI' | N.A. |

3.5.3.5 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. Nella Tabella 3.13 sono riportati i valori delle estensioni superficiali, espresse in ettari, delle diverse tipologie di uso del suolo interessata dall'areale di pericolosità avente tempo di ritorno pari a 300 anni.

Tab. 3.13 - Estensione area in ha interessata da esondazione ($Tr = 300$ anni)per tipologia d'uso del suolo CLC (liv.3) e per tipologia di attività economica(*)

| CLC liv.3 | Descrizione codice Corine Land Cover | B41 | B42 | B43 | B44 | B46 | Totale [ha] | Totale [%] |
|--------------------|--|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|
| 1. | SUPERFICI ARTIFICIALI | | | | | | | |
| 1.1.2. | Zone residenziali a tessuto discontinuo | 0,6 | - | - | - | - | 0,6 | 0,038% |
| 1.2.1. | Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | - | - | - | 101,2 | - | 101,2 | 6,6% |
| 1.2.3. | Aree portuali | - | 1,7 | - | - | - | 1,7 | 0,1% |
| 1.4.2. | Aree ricreative e sportive | - | - | - | 28,2 | - | 28,2 | 1,8% |
| 2. | SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE | | | | | | | |
| 2.1.1. | Seminativi in aree non irrigue | - | - | 317,9 | - | - | 317,9 | 20,9% |
| 2.2.2. | Frutteti e frutti minori | - | - | 904,5 | - | - | 904,5 | 59,4% |
| 2.4.2. | Sistemi colturali e particellari | - | - | 137,0 | - | - | 137,0 | 9,0% |
| 5. | CORPI IDRICI | | | | | | | |
| 5.2.1. | Lagune | - | - | - | - | 31,5 | 31,5 | 2,1% |
| Totale [ha] | | 0,6 | 1,7 | 1.359,4 | 1,294 | 31,5 | 1.522,6 | 100% |
| Totale [%] | | 0,04% | 0,1% | 89,3% | 8,5% | 2,1% | 100% | |

(*) *Linee guida della Commissione Europea per il reporting sulle mappe di rischio: B41 “Beni immobiliari”: conseguenze avverse per raggiungere la struttura, che potrebbero includere case. B42 “Infrastrutture”: conseguenze avverse per attività infrastrutturali, quali utenze, produzione di energia, trasporti, stoccaggio e comunicazioni. B43 “Uso rurale del suolo”: conseguenze negative per gli usi della terra, come l'attività agricola (allevamento, seminativo e orticoltura), la silvicoltura, l'estrazione di minerali e la pesca. B44 “Attività economica”: conseguenze avverse ai settori di attività economica quali il manifatturiero, le costruzioni, il commercio al dettaglio, i servizi e altre fonti di occupazione. B45 “Altro”. B46 “Non applicabile”.*

3.6 Analisi economica di danno

Per la valutazione del danno causato dalle esondazioni relative ai tre tempi di ritorno, è stata utilizzata la metodologia semplificata, descritta in dettaglio nell'Allegato “*I costi e i benefici (Valutazione del danno atteso e analisi economiche)*” della Relazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

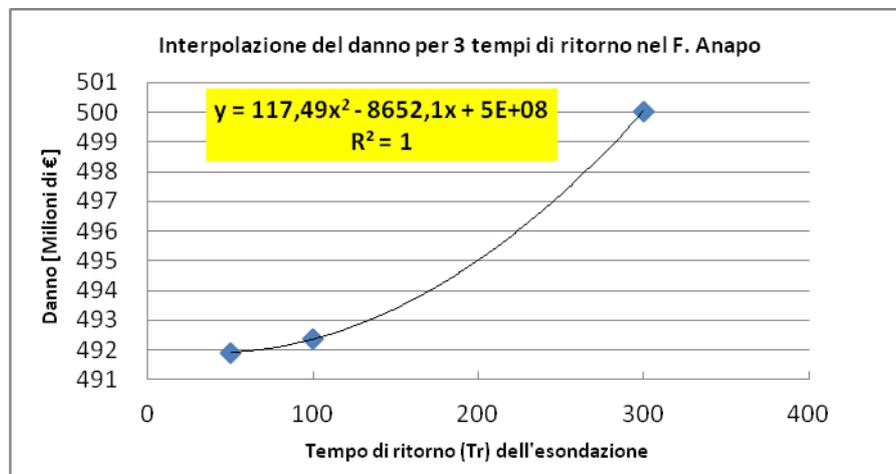
In particolare, per quanto riguarda l'Italia, la stima dei danni da inondazione agli edifici residenziali mostra il valore più alto tra tutte le categorie, raggiungendo il costo di 618 €/m², mentre i danni ai settori del commercio e dell'industria sono stati stimati pari a 511 e 440 €/m² rispettivamente e, infine, i danni agli altri settori, come i trasporti (strade) e l'agricoltura ammontano rispettivamente a

20 e 0,63 €/m². Al fine di quantificare i diversi usi del suolo, utilizzando la classificazione al 3° livello di CORINE-Land Cover (CLC), sono state considerate le due seguenti ipotesi:

- poiché il CLC non distingue tra aree industriali e commerciali, è stata applicata la media dei rispettivi valori di costo al metro quadrato (475,5 €/m²);
- nelle aree urbane discontinue è stato applicato il 50% del valore del danno riferito alle aree urbane continue (309 €/m²), a causa della loro bassa densità;

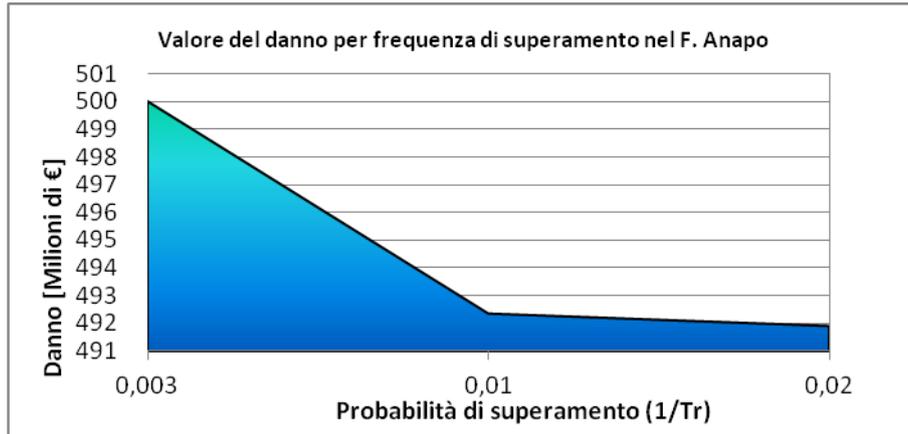
Pertanto, moltiplicando i valori di danno massimo al metro quadrato (di ciascuna categoria) per le corrispondenti superfici, interessate dalle inondazioni e classificate attraverso CORINE Land Cover, sono stati ottenuti i seguenti valori di danno complessivo per ciascun livello di pericolosità del PAI.

| Classe CLC | Danno [€/m ²] | AREA_P3 [m ²] | Danno_P3 [€] | AREA_P2 [m ²] | Danno_P2 [€] | AREA_P1 [m ²] | Danno_P1 [€] |
|---------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1.1.2 | 309,0 | 182 | 56.195 | 1.331 | 411.265 | 5.848 | 1.807.109 |
| 1.2.1 | 475,5 | 999.534 | 475.300.000 | 999.534 | 475.300.000 | 1.012.381 | 481.400.000 |
| 1.2.3 | 475,5 | 17.368 | 8.258.454 | 17.368 | 8.258.454 | 17.368 | 8.258.454 |
| 1.4.2 | n.a. | 280.315 | - | 280.315 | - | 281.556 | - |
| 2.1.1 | 0,63 | 3.048.306 | 1.920.433 | 3.112.252 | 1.960.718 | 3.179.035 | 2.002.792 |
| 2.2.2 | 0,63 | 8.832.776 | 5.564.649 | 8.904.075 | 5.609.567 | 9.045.267 | 5.698.518 |
| 2.4.2 | 0,63 | 1.290.366 | 812.930 | 1.303.495 | 821.202 | 1.369.597 | 862.846 |
| 5.2.1 | n.a. | 314.615 | - | 315.253 | - | 315.361 | - |
| Totale | - | 14.783.461 | 491.912.662 | 14.933.623 | 492.361.207 | 15.226.413 | 500.029.720 |



A completamento delle suddette analisi, è stata eseguita la stima dell'EAD (Expected Annual Damage) ossia il “danno annuale atteso” (area sottesa dalla curva “danno-frequenza di superamento”) per la cui definizione si rimanda all'allegato alla relazione generale di Piano.

| Pericolosità PAI | Tr [anni] | Probabilità [1/anni] | Danno [€] | EAD [€/anno] |
|------------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------|
| P3 | 50 | 0,02 | 491.912.661,67 | - |
| P2 | 100 | 0,01 | 492.361.206,56 | 4.921.369 |
| P1 | 300 | 0,003 | 500.029.720,02 | 3.307.970 |
| | | | Totale (EAD) | 8.229.339 |



Tale stima del danno atteso (EAD) può interpretarsi come valore costante di una rateizzazione annua del danno, che si prevede possa verificarsi in futuro, e permette quindi di valutare il beneficio netto conseguente ad un determinato progetto di mitigazione del danno stesso. Esso, pertanto, sarà utilizzato nelle valutazioni economiche dei progetti di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del F. Anapo.

4 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 nelle tabelle seguenti.

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

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

Tabella 4. 1 misure di prevenzione

| Funzione | Misure | Azioni | Tipologia |
|--------------------|---|---|------------------|
| Prevenzione | Limitazioni all'uso – Regolamentazione | Regolamentazione attività di trasformazione e d'uso del territorio Misure 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 4. 2 Misure di protezione

| Funzione | Misure | Azioni | Tipologia |
|-------------------|--|---|------------------|
| Protezione | Gestione naturale delle piene a livello locale e/o di bacino | ridurre le portate nella rete di drenaggio naturale o artificiale, potenziamento della capacità d'infiltrazione, realizzazione e/o ripristino dei sistemi naturali per aiutare il flusso lento e la ritenzione delle acque e infrastrutture verdi o blu | Non strutturali |

Tabella 4. 3 - Misure di preparazione e di protezione civile

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