



## **PREVENIRE IL RISCHIO IDRAULICO URBANO**

**Strumenti innovativi per una pianificazione sostenibile**

**11 Aprile 2017**

Palermo, Sala delle Carrozze, Villa Niscemi



**Interventi di Ingegneria Naturalistica per la città per prevenire il rischio Idrogeologico urbano**

**IL CONTRIBUTO DI UN CITTADINO: Il studio della Città di Licata**



Tutor aziendale

**Ing. Gianluigi Pirrera**

jl.mine@libero.it

Tirocinante

Dr.ssa Giulia Profumo

## **PREVENIRE IL RISCHIO IDRAULICO URBANO**

### **Strumenti innovativi per la pianificazione sostenibile**

#### **1. Premessa**

Il presente documento è il frutto della visione di una tirocinante universitaria sull'argomento. Questa, nella doppia veste di studentessa universitaria della materia e di cittadina di Licata, dopo un excursus sui principi del PGRA (Piano Generale Rischio Alluvioni), sul rischio secondo il PAI in alcuni comuni siciliani e sui caposaldi dell'ingegneria naturalistica per la Città, soprattutto finalizzata alla difesa idraulica urbana, applicando il dodecalogo di ingegneria naturalistica per la Città, articola delle proposte per la propria Città.

Il documento ha quindi un valore esemplificativo ma anche come strumento probante della necessità del coinvolgimento dei cittadini: Social Green Planning.

## 2. DODECALOGO DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA PER LA CITTÀ

Il Dodecalogo riprende i concetti di Funzionalità Sostenibile dell'Ingegneria Naturalistica applicandola alla Città. I suoi obiettivi sono direttamente connessi all'attuazione delle Direttive europee sull'acqua e sulle alluvioni, nonché della legge 10/13 sullo sviluppo del verde in ambito urbano. Esso rappresenta il contributo dell'Ingegneria Naturalistica per le infrastrutture verdi e per un *Social Green Planning* della Città.

Obiettivi prefissati dal dodecalogo:

1. **Incremento della naturalità e della biodiversità in Città.<sup>1</sup>**
2. **Incremento della permeabilità delle pavimentazioni, dei lastrici e dei suoli.<sup>2</sup>**
3. **Incremento delle superfici verdi nei lastrici degli edifici per la coibentazione, la fonosorbenza e il trattamento degli inquinanti aeriformi.<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> L'incremento della naturalità riguarda le buone pratiche del verde naturale e produttivo partecipato.

Lo spazio pubblico verde, soprattutto quello naturalistico, è un bene collettivo. Ciò presuppone la consapevolezza da parte dei cittadini della necessità di coesistenza degli elementi naturali con quelli abitativi e infrastrutturali.

Non basta aumentare la copertura vegetale, un reale incremento della naturalità e della biodiversità si raggiunge attraverso l'espanto di specie alloctone e la messa a dimora di piante esclusivamente autoctone certificate come prodotte nella regione a partire da semi locali.

Non sono necessari interventi particolarmente costosi come i prati che necessitano di tagli e manutenzioni irrigue e che comportano costi energetici e ambientali, si prediligono invece siepi di aromatiche e superfici prative fiorite seminate a "wild flower", cioè con presenza di decine di specie naturali erbacee (papaveri, margherite, etc.) che daranno una sensazione di campo spontaneo senza incidere sui costi di gestione, col vantaggio di assumere colorazioni e fioriture stagionali variabili. La scelta naturalistica delle specie dipenderà quindi da scelte paesaggistiche e biotecniche ma soprattutto dall'osservazione della flora circostante periurbana.

<sup>2</sup> I parcheggi e le pavimentazioni permeabili aiutano la città a far fronte a eventi meteorologici estremi, contribuendo significativamente a migliorare la qualità delle acque profonde.

Permettono inoltre considerevoli risparmi nei costi, d'impianto e d'esercizio, degli impianti fognari e depurativi comunali, grazie alla capacità dell'ecosistema filtro-suolo urbano di assorbire i metalli pesanti di cui sono particolarmente inquinate le acque di prima pioggia e di innescare processi depurativi biologici. L'aumento delle permeabilità dei suoli è quindi un'azione che comporta benefici sia per il rischio idrogeologico che per quello di inquinamento.

La deimpermeabilizzazione dei suoli si realizza mediante la riconversione di pavimentazione impermeabili in drenanti e la realizzazione di nuove pavimentazioni drenanti per camminamenti e parcheggi, ma può anche attuarsi con interventi che prevedano la realizzazione di canalette di drenaggio stradale permeabili e vegetate, i *rain garden* e il verde pensile.

<sup>3</sup> I lastrici rinverditi (tetti e coperture), oltre a produrre vantaggi idraulici migliorano l'efficienza energetica degli edifici e il microclima urbano, svolgendo importanti funzioni ecologiche perché divengono aree rifugio per molte specie animali.

4. **Recupero e riutilizzo delle acque usate.**<sup>4</sup>
5. **Ripristino e miglioramento della naturalità per gli spazi verdi e acquatici naturali (*blu & green stones*).**<sup>5</sup>
6. **Incremento degli spazi verdi naturalizzati.**<sup>6</sup>

---

I tetti verdi aumentano considerevolmente la coibentazione degli edifici, riducendo di molto i costi energetici associati al condizionamento climatico degli stessi. Favoriscono la mitigazione delle alte temperature esterne, operando positivamente nei confronti delle isole di calore che si formano all'interno delle città durante il periodo estivo.

Inoltre le piante del verde tecnico, specie quelle non caducifforme e quelle a foglie robuste e coriacee, hanno funzione fonoassorbente e fungendo da barriere vegetali antirumore per strade e vie ferrate, migliorano le condizioni di benessere e salubrità dell'ambiente urbano, e sono ulteriormente in grado di trattenere gli inquinanti aeriformi con particolare riferimento alle polveri sottili.

<sup>4</sup> Per riuso delle acque usate ci si riferisce al riutilizzo delle acque reflue, ma anche, e soprattutto, delle acque di prima pioggia. Entrambe, se depurate naturalmente in piccoli impianti a basso costo di gestione con criteri di bioingegneria, possono essere distribuite tramite acquedotti duali, contribuendo così a diminuire i costi economici ed energetici per i singoli edifici.

Le acque trattate possono essere riutilizzate per l'irrigazione delle aree a verde e per l'antincendio, determinando un risparmio per l'intera collettività. Prioritariamente occorre favorire il riutilizzo delle acque piovane che vengono convogliate attraverso i pluviali in fognatura. Il riutilizzo potrebbe esser diretto, senza alcun trattamento, oppure, preferibilmente, previo trattamenti con piccoli sistemi di depurazione naturale.

Molti degli edifici esistenti sono già muniti di serbatoi installati sui tetti e collegati al sistema idraulico delle abitazioni. Tali sistemi potrebbero essere facilmente riadattati per essere inseriti all'interno di un impianto di riuso delle acque e collegati ai pluviali. Inoltre si potrebbe favorire l'accumulo delle acque in bacini di lagunaggio, così da perseguire più direttamente obiettivi naturalistici.

<sup>5</sup> Riguarda tutti gli interventi necessari per ripristinare o migliorare la naturalità nei parchi, riserve e fiumi urbani (*green & blue stones*) così da costituire dei tasselli importanti nella costruzione di un paesaggio sostenibile.

E' utile ricordare che il primo intervento di ripristino di naturalità, deve consistere nell'espianto sistematico e mirato della flora infestante affinché la vegetazione sinantropica venga sostituita da interventi di *preverdissement* propedeutici per azioni floristiche più strutturate. Alcune di queste specie (quali acacie ed eucalipti da espantare sistematicamente) appartengono a culture che privilegiavano rapidi sviluppi vegetativi, mentre altre (quali ailanti e ricini) sono ormai un vero flagello in ambito urbano che si accompagna a quello di graminacee alloctone (quali il pennisetto) favorite da scelte paesaggistiche pericolose per i danni devastanti per i popolamenti delle nostre graminacee perenni nei territori mediterranei.

Per spazi verdi acquatici intendiamo riferirci principalmente alle foci e ai tratti terminali di corsi fluviali (citiamo per la Sicilia, l'Oreto a Palermo, l'Acquicella a Catania, l'Imera meridionale a Licata) che versano in condizioni di forte degrado e inquinamento, spesso tombati o bonificati. Opportuni interventi di riqualificazione fluviale, attraverso la realizzazione di aree umide quali lagunaggi, restituirebbero quindi una identità storica al paesaggio, generando al contempo reali benefici sia dal punto di vista ambientale che sociale.

Il complesso di rinaturazione urbana di spazi verdi e acquatici, opposto a quello della cementificazione con tassi di occupazione del suolo sempre più elevati, contribuisce inoltre al miglioramento del sistema del drenaggio urbano riscontrato all'obiettivo n° 2.

<sup>6</sup> Mentre l'obiettivo precedente riguarda il ripristino naturalistico di spazi urbani perduti a causa dello sviluppo urbano e infrastrutturale del territorio, ma anche per una gestione idraulica non naturalistica, l'incremento degli spazi verdi riguarda invece tutti quei piccoli

7. **Miglioramento della qualità delle acque superficiali e dei suoli.**<sup>7</sup>

8. **Incremento delle zone umide.**<sup>8</sup>

9. **“Greening” urbano per l’alimentazione.**<sup>9</sup>

---

interventi diffusi sul territorio (quali cinture ecologiche di rinterri, “siepi a tetto”, barriere fonoassorbenti verdi) che nel loro insieme contribuiscono al raggiungimento di una visione complessiva e strutturante del verde urbano.

Vi sono poi gli interventi di “préverdissement”, con particolare riguardo alle aree degradate e inquinate, che coniugano natura e bonifica di suoli e acque, operando quindi trasversalmente all’obiettivo del miglioramento della qualità delle acque superficiali e dei suoli, e che si connettono alle tecniche di re-inserimento del verde.

In definitiva si tratta di creare dei tasselli ambientali e paesaggistici che, innestandosi sul verde preesistente rinaturato, permettano di ottenere una continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale tra spazi acquatici e verdi (*blu & green way*), aprendosi di fatto alla possibilità di creare una Rete Ecologica Urbana da combinare con quella Paesaggistica Urbana.

<sup>7</sup> L’efficienza degli impianti di depurazione, specie nel caso di piccoli impianti con tecnologie di depurazione naturale, può contribuire alla salvaguardia delle acque superficiali e dei suoli, che potrebbero risultare inquinati anche dalle acque di prima pioggia defluenti soprattutto dalle superfici stradali o pavimentate e dalle coperture. Tali obiettivi di qualità delle acque e dell’ambiente sono richiesti dal D.Lgs 152/2006 e dai Piani di Gestione di Distretto Idrografico. In linea generale, l’obiettivo riguarda tutte le piante messe a dimora, comprese le fasce tampone, per la loro funzione specifica di miglioramento della qualità delle acque (attraverso il meccanismo della fitodepurazione) e dei suoli (attraverso il meccanismo biotecnico della biorimediazione). Gli stessi tetti verdi, i *rain garden*, le pavimentazioni drenanti, attraverso i processi di filtrazione delle acque nel substrato e, laddove è previsto una copertura vegetale, mediante l’azione biologica esercitata dalle colonie batteriche adese all’apparato radicale delle piante, contribuiscono alla riduzione del carico inquinante delle acque superficiali. Importanti sono anche le azioni di depurazione naturale delle acque dei fiumi, che troppo spesso sono utilizzate per lo scarico abusivo e incontrollato dei liquami. Queste consistono in interventi volti a favorire l’ossigenazione delle acque, interagendo sulla turbolenza della corrente idrica oppure favorendo l’azione depurativa che si realizza mediante la presenza delle macrofite acquatiche. Un sistema di depurazione naturale per il trattamento delle acque superficiali risulta vantaggioso in quanto ha dei costi di gestione più bassi rispetto a quelli di un impianto tradizionale, per la necessità di quest’ultimo di utilizzare dei sistemi elettromeccanici di ossigenazione dell’acqua che generano dei costi di esercizio superiori. Per la depurazione naturale invece, gli unici costi di gestione sono quelli associati al controllo della crescita delle macrofite e alle eventuali operazioni di rigenerazione del substrato che nel tempo, a causa dell’azione di intercettazione dei solidi, riduce progressivamente la sua permeabilità.

<sup>8</sup> L’obiettivo dell’incremento delle zone umide in ambito urbano prevede la realizzazione di una serie di piccoli interventi diffusi in modo tale da poter pervenire nel tempo a un sistema acquatico urbano complessivo. Più specificatamente, si propone l’istituzione o il ripristino, di zone umide (biostagni, laghetti, etc.) mediante interventi di messa a dimora di idrofite, in grado di fitodepurare le acque di prima pioggia e dare un contributo alla laminazione delle onde di piena, oltre che capaci di generare effetti positivi per la fauna (uccelli, anfibi, etc.). Si tratta quindi di un’operazione non esclusivamente paesaggistico-naturalistica, ma connotata da una significativa valenza tecnica, in quanto le aree umide rappresentano degli ecosistemi filtro di fondamentale importanza fra ambiti a forte naturalità e ambiti antropizzati.

<sup>9</sup> Si tratta dell’insieme degli interventi relativi a Orti urbani, Orti verticali, permacultura e agricoltura peri-urbana. Rientrano in questa tematica anche semplici filari purché messi a dimora scegliendo specie da frutto, spesso con fioriture molto profumate.

Il “Greening” rientra tra gli obiettivi generali della PAC per le zone agricole, ma va esteso anche in città, sia per appagare l’esigenza di naturalità, sia per l’approvvigionamento di cibi freschi a costi ridotti, sia per il mantenimento della cultura rurale, ma anche perché

10. **Conservazione del verde urbano di pregio e forestazione urbana con specie autoctone.**<sup>10</sup>
11. **Rinaturazione tecnica del verde urbano di fruizione.**<sup>11</sup>
12. **Gestione della difesa idrogeologica urbana.**<sup>12</sup>

---

la sua diffusione migliora la conoscenza agricola e la connettività ecologica a scala urbana. A tal riguardo, Milano è la città italiana che più di ogni altra incarna tale obiettivo. I temi di Expo 2015 a Milano hanno infatti riguardato sia aspetti di fruizione (cittadino-contadino) sia temi legati all'economia dei trasporti (km Zero delle produzioni).

Il *Greening* urbano deve riguardare oltre all'impianto e la coltivazione di specie utili per l'alimentazione, anche il compostaggio degli scarti di potatura delle aree coltivate.

L'aspetto sociale del *Greening* urbano per l'alimentazione non può però essere solo una moda, ma deve realmente soddisfare i bisogni della comunità, per cui i costi di gestione non possono essere superiori ai costi di un prodotto finito di pari qualità.

<sup>10</sup> Riguarda la piantagione di specie autoctone e la protezione degli alberi monumentali con creazione di micro riserve, di boschi urbani e sub urbani, per favorire la biodiversità animale e vegetale. Anche in questo caso l'intervento prioritario deve riguardare, come salvaguardia del verde di pregio, l'espianto sistematico di tutte le specie alloctone e invasive.

In senso lato per verde urbano di pregio può intendersi anche la salvaguardia di singoli esemplari arborei, anche se non di specie particolarmente di interesse, ma che, per ragioni statiche, necessitano di stampelle per rafforzarne la stabilità, di interventi fitosanitari sulle cavità dei tronchi, o di potature straordinarie per prevenirne l'abbattimento o salvaguardare la sicurezza stradale.

A tal fine, la giornata nazionale degli alberi, in merito alla prevenzione del dissesto idrogeologico e la protezione di suolo può essere recepita all'interno della pianificazione preventiva a livello comunale, obbligatoria ai sensi della legge n.100 del 12 luglio 2012, attraverso la messa a dimora di specie arboree autoctone con apparati radicali fittonanti, idonei per la mitigazione del rischio, in aree con scarsa vegetazione e/o soggette a fenomeni di dissesto.

<sup>11</sup> Riguarda gli interventi nei filari e nei parchi urbani per migliorare il confort ambientale e sociale con tecniche specifiche per depurare le acque e assorbire metalli pesanti e CO<sub>2</sub> da trasformare in ossigeno. Si tratta di utilizzare le tecniche che vengono già impiegate in ambito extraurbano rimodellandole sulla base delle specifiche esigenze del sistema cittadino.

Le siepi a tetto, per esempio, sono certamente una soluzione che, se progettata con cura, può apportare enormi benefici in ambito urbano. Rappresentano delle schermature visive che assolvono al compito di assorbire i rumori, al contrario delle semplici filiere di alberi, e quindi incidono positivamente sulla mitigazione dell'inquinamento acustico; inoltre esercitano un'azione depurativa nei confronti dello smog atmosferico, con particolare riferimento alle sostanze particolate.

Possono essere progettate anche per operare come delle vere e proprie fasce tampone, in grado di intercettare attraverso l'apparato radicale delle piante, i flussi idrici che scorrono nel sottosuolo, assorbendo e/o innescando processi depurativi delle sostanze inquinanti in essi presenti.

Altre misure di rinaturazione del verde urbano che è possibile adottare richiamano i già citati verde pensile, le trincee vegetate e le aree umide in ambito urbano.

<sup>12</sup> L'obiettivo riguarda tutti quegli interventi antioserosivi (anche ai fini di prevenzione e riduzione del rischio di desertificazione), di stabilizzazione e di consolidamento da realizzarsi in ambito fluviale e di versante per una difesa idrogeologica del territorio (oltre che per creare spazi più sani con microclima favorevole).

Resta sottesa a tale finalità, la necessità di inquadrare tali interventi nell'ambito più complessivo della pianificazione comunale.

In definitiva un intervento di ingegneria naturalistica può considerarsi ben fatto se riesce a soddisfare il numero più elevato possibile di obiettivi del dodecalogo.

---

Per gli aspetti puramente edili, i servizi idrici e sanitari nell'edilizia residenziale, commerciale e industriale non possono più limitarsi a rispondere alle sole esigenze igieniche, ma devono soddisfare anche requisiti di qualità, funzionalità, benessere, eleganza, isolamento acustico, efficienza energetica, durabilità ed economicità.

Per gli aspetti più strettamente connessi con la scala di bacino, l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali, cioè la loro realizzazione senza incremento della portata di deflusso meteorico, o, ancor meglio, senza incremento del volume di deflusso (invarianza idrologica), è una risposta idraulica al problema degli allagamenti e delle alluvioni urbane.

Per meglio coniugarsi al miglioramento della qualità del verde urbano e della vita dei suoi abitanti, la soluzione va perseguita con l'ausilio delle infrastrutture verdi, non strutturali e pluriobiettivo, piuttosto che agendo esclusivamente con tecniche puramente idrauliche. In Italia sono ancora pochi gli esempi virtuosi d'applicazione di questi principi.

### 3. DIFESA IDROGEOLOGICA

La vita di un corso d'acqua rappresenta uno degli aspetti principali da valutare per impostare un'adeguata strategia di difesa dalle catastrofi idrogeologiche; ne consegue che la difesa idrogeologica in città deve ripartire innanzitutto dal recupero della capacità di drenaggio connessa alla naturalità dei fiumi urbani.

I corsi d'acqua se costretti a subire delle gravi alterazioni perché "bonificati", "tombati" o divenuti strade, perdendo quindi le proprie aree di laminazione ed elasticità, possono divenire un richiamo preoccupante per le alluvioni urbane.

Le alluvioni e i dissesti urbani verificatisi nelle città liguri, siciliane, campane, e ora persino in metropoli pianeggianti come Milano, sono il frutto di una errata gestione del territorio che, compromettendo la naturalità dei territori, lo hanno reso particolarmente fragile alle piogge.

E' pertanto di fondamentale importanza, ove possibile, ripristinare i naturali argini fluviali e le originali aree di inondazione naturale dei corsi d'acqua che esercitavano quella importantissima funzione di laminazione delle portate di colmo, necessaria ai fini del controllo del rischio idraulico del territorio. Inoltre, l'aumento dell'occupazione del suolo in aree urbane a rischio può richiamare scossoni e frane.

Tutti gli interventi classici antierosivi, di stabilizzazione e di consolidamento in ambito di versante (boschi urbani e sub urbani) e fluviale e il ripristino di naturalità sono ormai indispensabili. L'utilizzo di criteri e tecniche dell'ingegneria naturalistica permette di ripristinare la naturale azione stabilizzante e antierosiva delle piante esercitata attraverso il loro apparato rizomatoso o fittonante.

Numerosi sono infatti gli studi che dimostrano l'importanza della vegetazione ai fini dell'incremento della resistenza al taglio del terreno e quindi della sua stabilizzazione.

Nei capoluoghi di Provincia siciliani con la sola applicazione della legge 10/13 sullo sviluppo del verde in ambito urbano si potrebbero consolidare complessivamente almeno 15-20 ettari di terreno in un quinquennio.

Questa legge, infatti, prevede la messa a dimora di un albero per ogni nuovo nato e quindi, come mostrano i dati ISTAT in tabella, si potrebbero piantare circa 13.000 alberi all'anno per i soli capoluoghi di provincia.

Capoluogo Provincia	n° nati	Totale in un quinquennio
Agrigento	458	2290
Catania	2150	10750
Caltanissetta	527	2635
Enna	203	1015
Messina	1940	9700
Palermo	6249	31245
Ragusa	604	3020
Siracusa	940	4700
Trapani	558	2790
<b>Totale</b>	<b>13071</b>	<b>65355</b>

La riduzione del rischio idrogeologico si opera quindi attraverso un approccio olistico e integrato che guardi al sistema ambiente nella sua complessità, e che pertanto abbia un approccio multidisciplinare al problema. Questo modo di approcciarsi al problema difficilmente può essere assecondato dall'ingegneria tradizionale, che usa un metodo molto dettagliato e valido dal punto di vista tecnico, ma poco attento alle ripercussioni ecologiche e sociali dell'intervento, oltre a risultare poco flessibile alle naturali e fisiologiche evoluzioni che interessano i sistemi naturali.

La L. 28/12/2015 n° 221 ha infatti istituito un fondo di 10 milioni di euro e previsto un capitolo di spesa a disposizione dei comuni, per rimuovere o demolire opere e immobili realizzati in aree a rischio idrogeologico elevato, in difformità o in assenza del permesso di costruire; ha inoltre istituito un fondo per la progettazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

I Comuni possono così, demolendo le costruzioni in aree a rischio e liberando aree fluviali e in frana, riconoscere i propri errori di pianificazione in aree abusive addirittura servite da infrastrutture viarie e servizi, e restaurare le aree con principi di ingegneria naturalistica per la Città a beneficio del rischio alluvioni e frane in territorio urbano.

Va da sé, quindi, che occorre adeguare il sistema urbano agli ecosistemi naturali. In particolare, la gestione della città come ecosistema (conseguendo quindi una migliore qualità della vita, un risparmio economico e un benessere economico-sociale diffuso) si può realizzare a condizione che l'uomo prediliga la produzione dei beni immateriali, riducendo quindi l'interesse verso quelli di ordine materiale e temporale.

Strategie di difesa idrogeologica così condotte recuperano quel delicato equilibrio energetico dell'ecosistema ecologico che in ambito urbano è fortemente compromesso dalla manomissioni compiute in questi ultimi decenni. Infatti negli interventi di difesa idrogeologica urbana il ruolo della vegetazione riguarda la progettazione del singolo edificio, del quartiere, dell'intera città.

Si deve pertanto intervenire ecosistemicamente:

- sui flussi di energia per diminuire l'entropia. Ad esempio, incrementando l'evapotraspirazione del verde urbano ed evitando la frammentazione degli ambienti naturali urbani.
- sulla riduzione delle cause e degli effetti dei pericoli naturali. Se la concentrazione urbana permette l'ottimizzazione delle attività lavorative e delle attività di scambio di informazioni, per contro essa provoca una alterazione dei cicli biogeochimici (acque in primo luogo), e quindi un aumento dell'inquinamento ambientale e dei rischi naturali (alluvioni, frane, etc.).

#### **4. IL PGRA REGIONE SICILIA**

La Direttiva comunitaria 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, istituisce un quadro di riferimento per la gestione dei fenomeni alluvionali e persegue l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

Tale Direttiva prevede a tal fine l'individuazione delle misure idonee sulla base di un'attività di pianificazione suddivisa in tre fasi successive e tra loro concatenate, articolate in:

Fase 1: valutazione preliminare del rischio di alluvioni;

Fase 2: elaborazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione;

Fase 3: predisposizione ed attuazione di piani di gestione del rischio di alluvioni.

La normativa prevede, inoltre, una revisione periodica degli elementi presenti nel piano di gestione del rischio alluvioni e, se lo si ritiene opportuno, un aggiornamento, anche tenendo conto degli effetti dei cambiamenti climatici sul verificarsi dei fenomeni alluvionali.

I Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni, elaborati per ciascun bacino idrografico e coordinati a livello di distretto idrografico, sulla base degli obiettivi individuati, definiscono, un sistema di misure di gestione del rischio. La normativa considera come prioritaria l'attuazione di interventi non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità e riprende il concetto di prevenzione dei danni causati dalle inondazioni già consolidato nella normativa nazionale in tema di difesa del suolo partendo dalla consapevolezza che le alluvioni sono fenomeni naturali impossibili da prevenire in assoluto e che, pertanto, occorre ridurre la probabilità che a questi conseguano danni o pericoli per la pubblica incolumità evitando la costruzione di abitazioni e insediamenti produttivi in aree a rischio di inondazione.

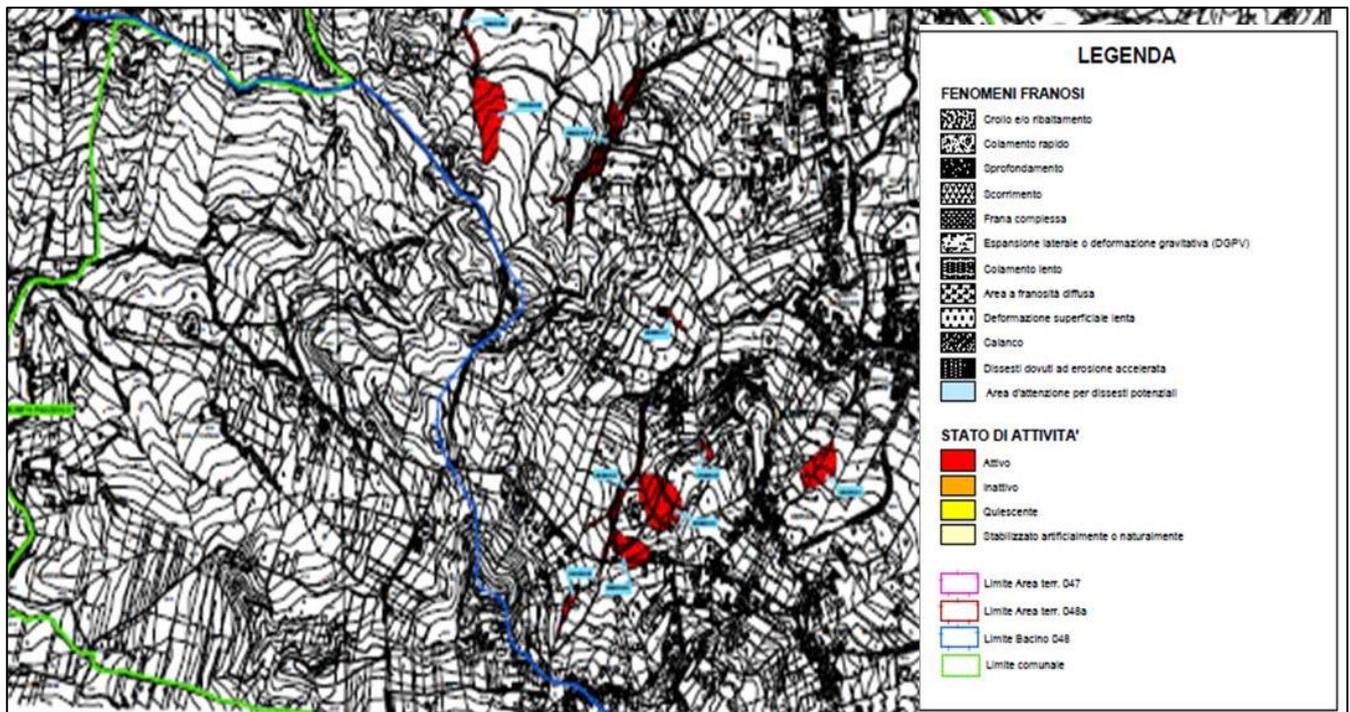
In aggiunta alla prevenzione assumono rilevante importanza la protezione (nell'adozione di misure sia strutturali che non strutturali per ridurre la probabilità di alluvioni e/o l'impatto in una specifica località), di preparazione (informazione e sensibilizzazione della popolazione circa i rischi d'inondazione e comportamento da tenere in caso di alluvione) e di protezione civile.

La Direttiva inoltre indirizza verso strategie basate sulla promozione di «pratiche sostenibili di utilizzo del suolo», sul miglioramento della capacità di ritenzione delle acque nonché sull'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.

Le misure strutturali comprendono quegli interventi di ingegneria idraulica tradizionale che agiscono sulla pericolosità degli eventi di piena tramite l'aumento della capacità idraulica del corso d'acqua (arginature, ricalibrature, rettifiche) o la riduzione della massima portata (diversivi o scolmatori, serbatoi di laminazione, casse d'espansione). Gli interventi non strutturali sono finalizzati a ridurre le conseguenze della piena e tendono ad evitare o ridurre l'impatto e i danni attraverso operazioni sia di carattere preventivo che di gestione del decorso degli eventi di piena.

## 5. IL RISCHIO IDROGEOLOGICO IN ALCUNI COMUNI SICILIANI

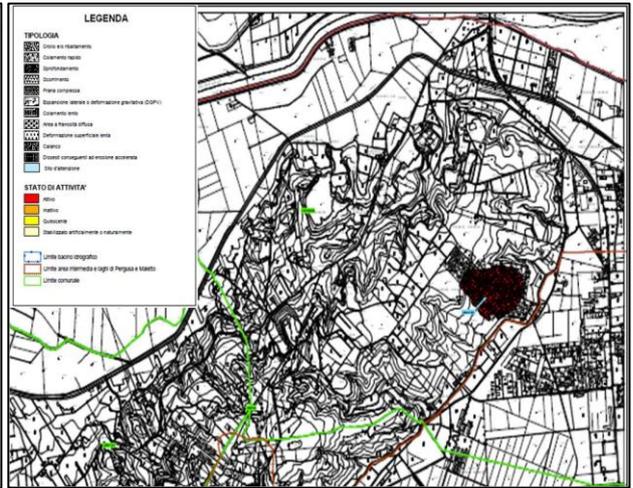
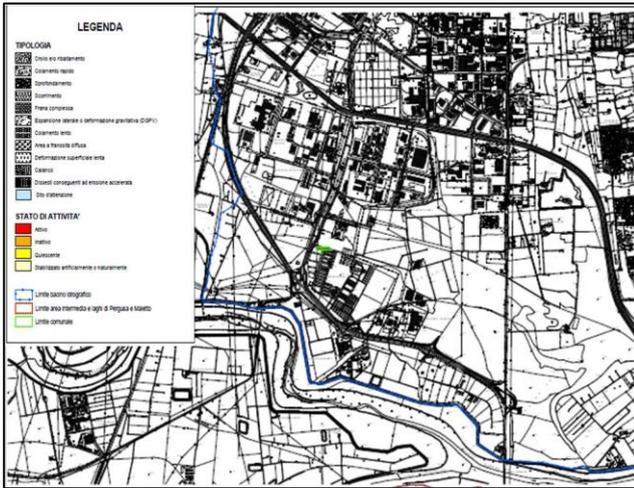
Di seguito vengono riportate le carte dei dissesti, quelle relative alla pericolosità e rischio geomorfologico e quelle relative alla pericolosità e rischio idraulico estratte dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) corrispondenti ai comuni di Buseto Palizzolo, Catania, Custonaci, Pachino, Palermo e Rosolini per verificare come spesso sia necessario intervenire anche per ridurre il rischio idraulico urbano.



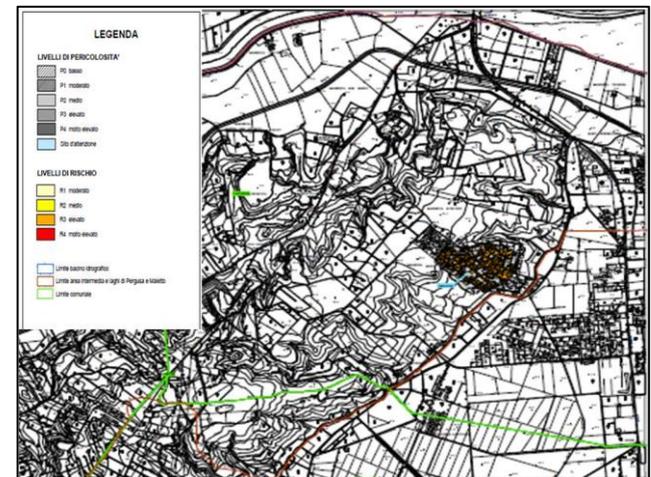
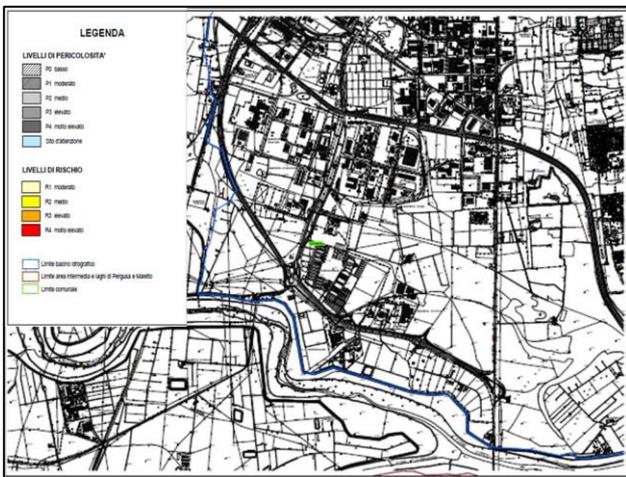
**Figura 1-** Carta dei dissesti del comune di Buseto Palizzolo



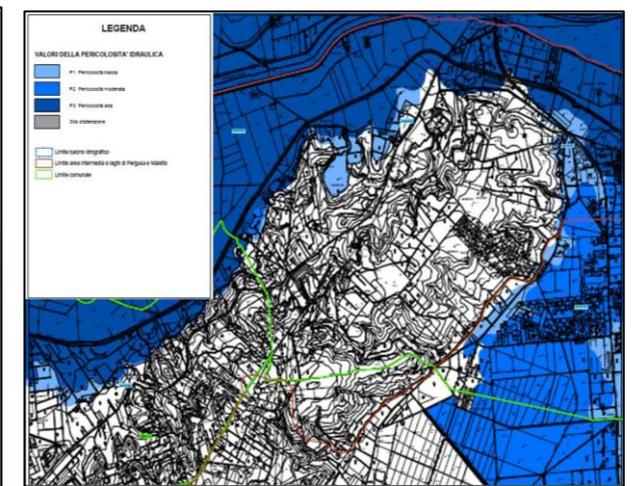
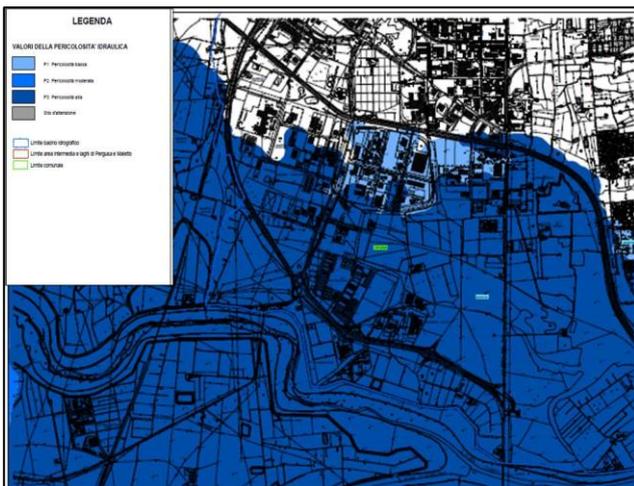
**Figura 2 –** Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del comune di Buseto Palizzolo



**Figura 3** – Carta dei dissesti n°103 comune di Catania **Figura 4** – Carta dei dissesti n°113 comune di Catania



**Figura 5** – Carta della pericolosità e rischio geomorfologico n°103 Catania **Figura 6** – Carta pericolosità e rischio geomorfologico n°113 Catania



**Figura 7** – Carta della pericolosità idraulica del comune di Catania **Figura 8** – Carta della pericolosità idraulica del comune di Catania

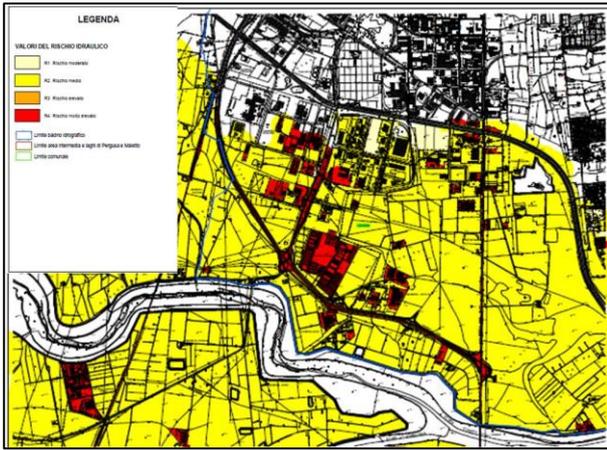


Figura 9- Carta del rischio idraulico del comune di Catania

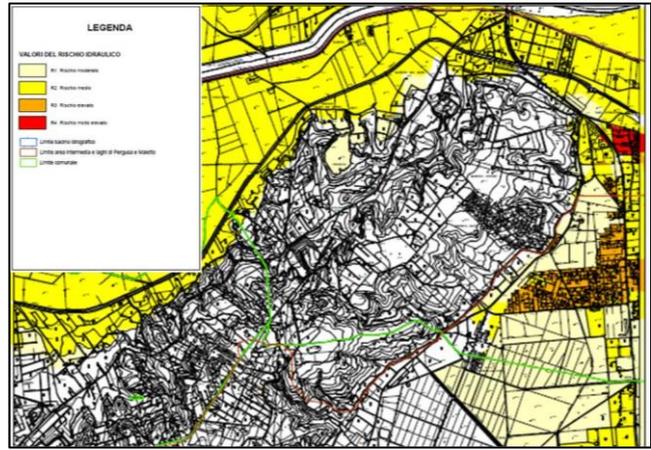


Figura 10- Carta del rischio idraulico del comune di Catania

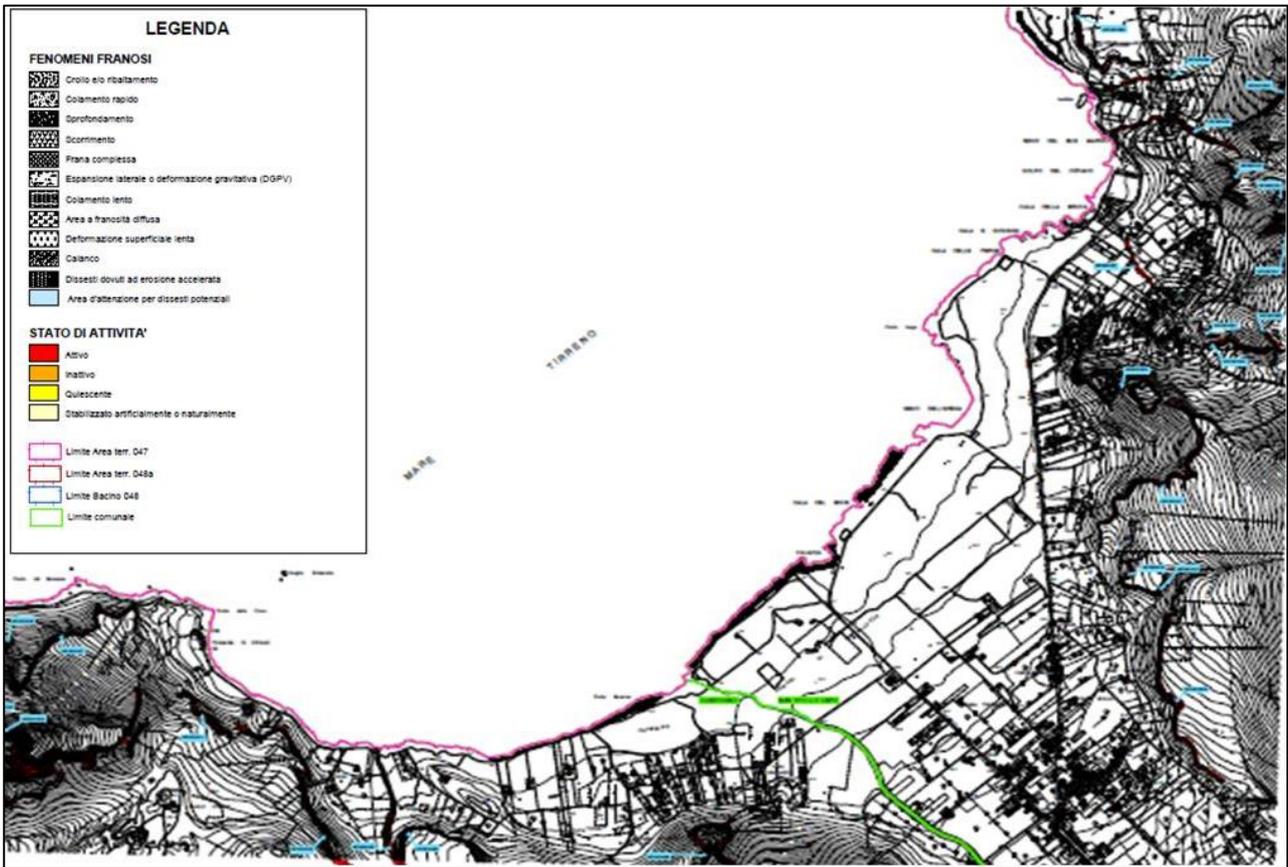
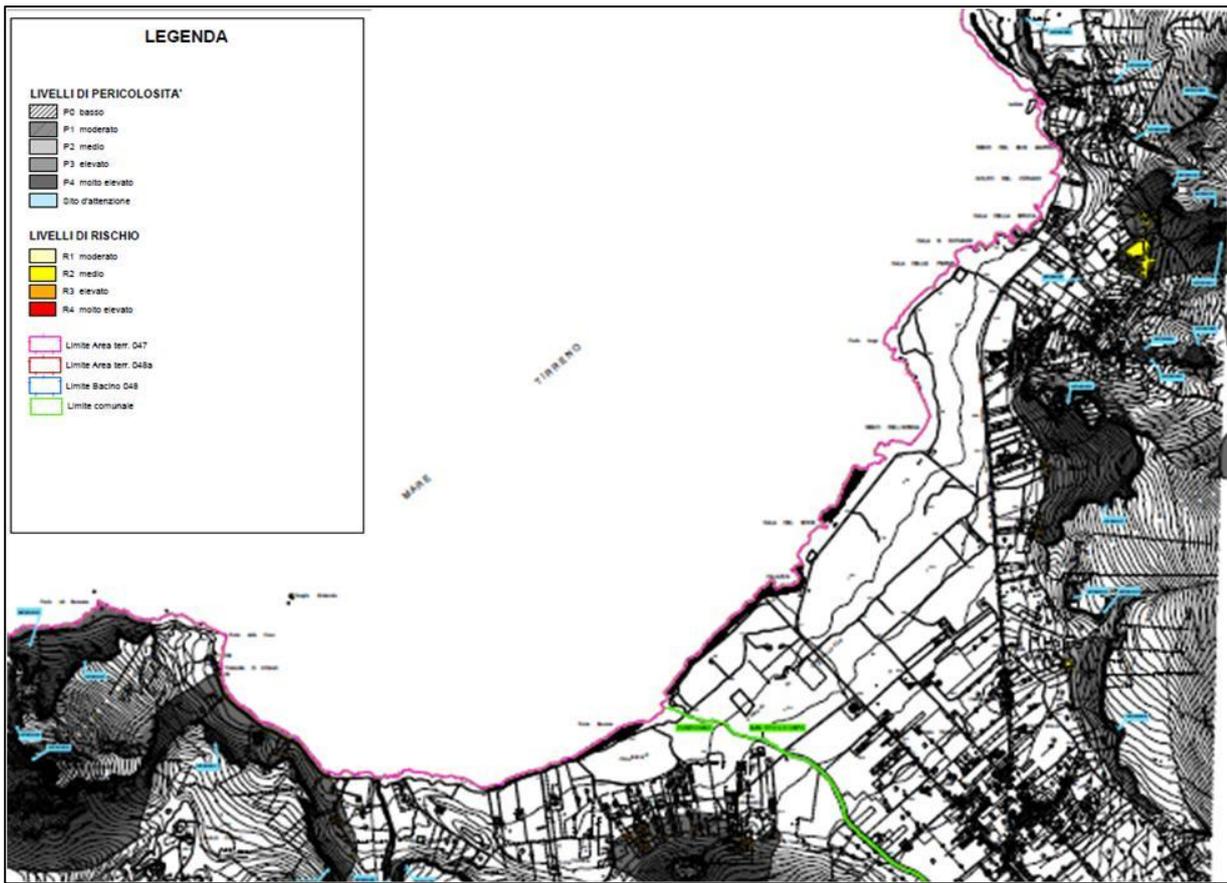
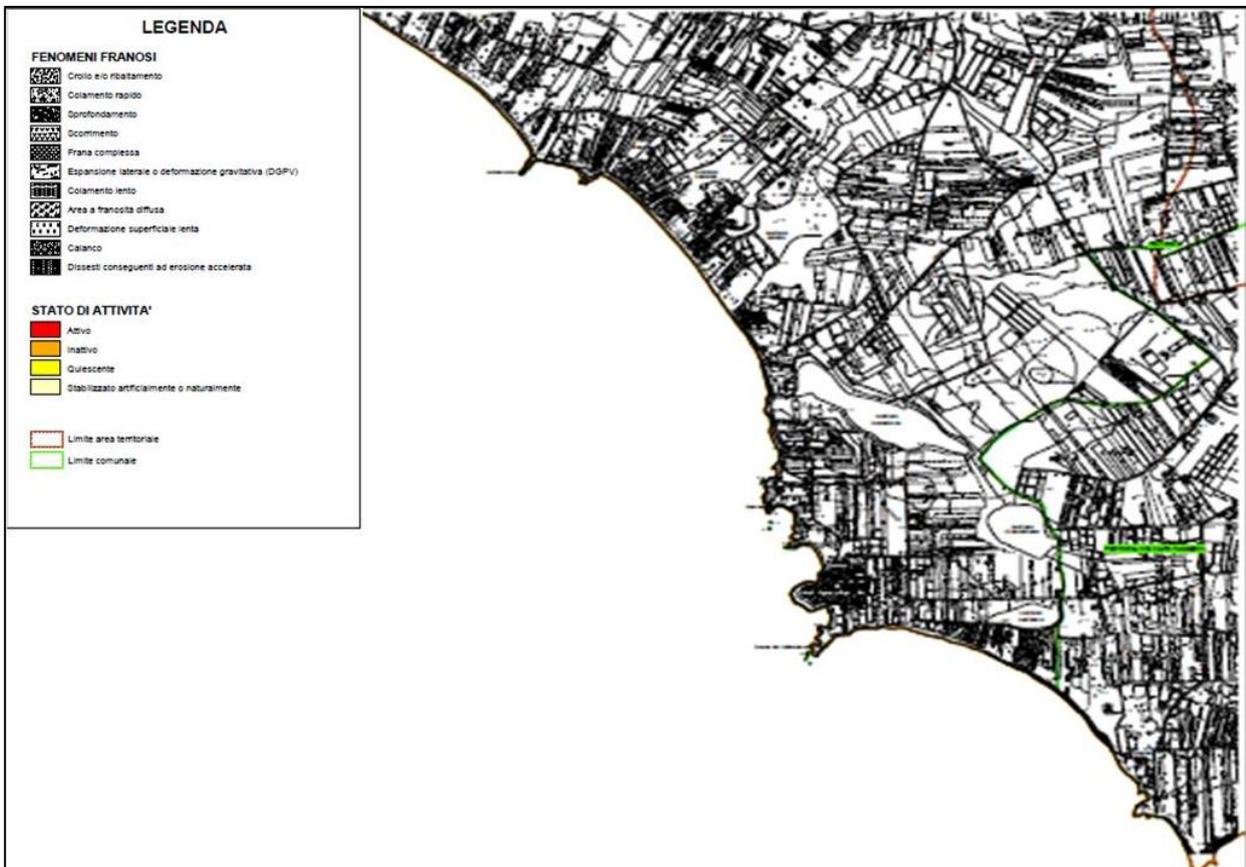


Figura 11 – Carta dei dissesti del comune di Custonaci



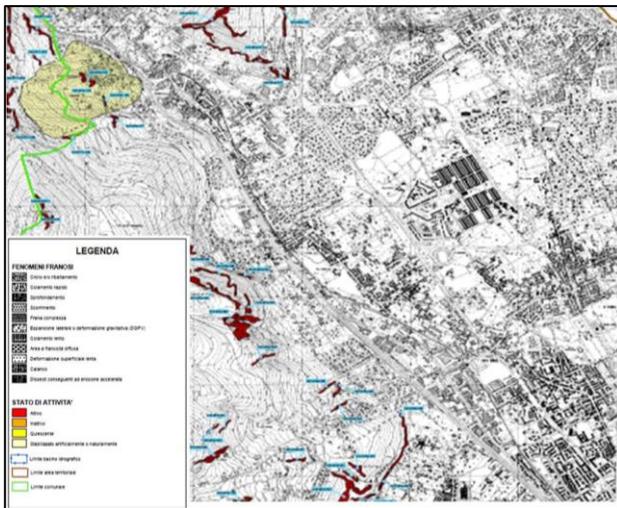
**Figura 12** – Carta della pericolosità e rischio geomorfologico del comune di Custonaci



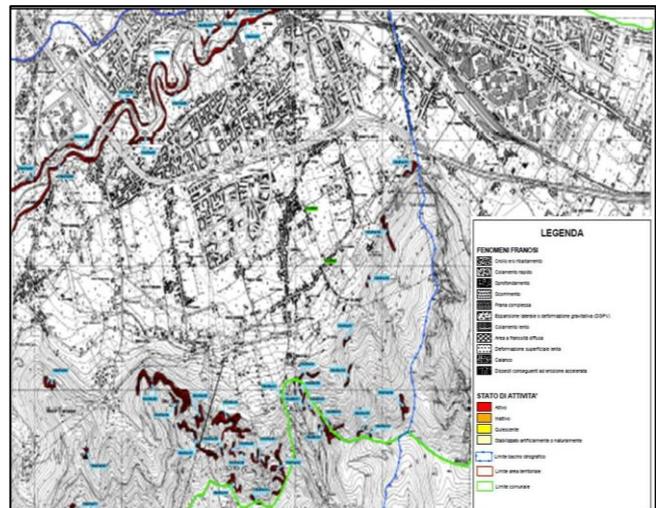
**Figura 13** – Carta dei dissesti del comune di Pachino



**Figura 14** – Carta della pericolosità e rischio geomorfologico del comune di Pachino



**Figura 15** – Carta dei dissesti n°04 del comune di Palermo



**Figura 16** – Carta dei dissesti n°12 del comune di Palermo

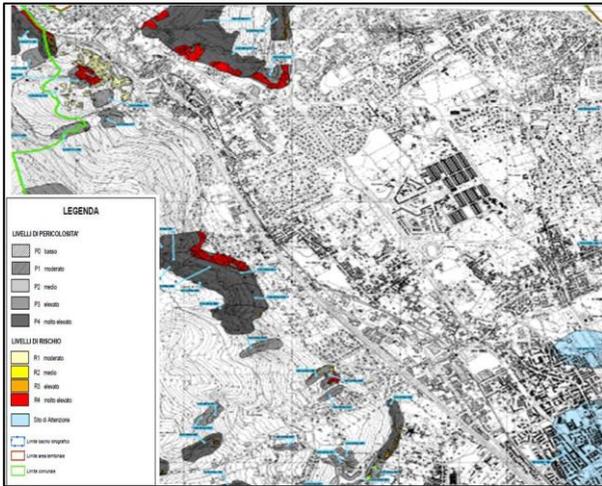


Figura 17 – Carta pericolosità e rischio geomorfologico n°04 comune di Palermo

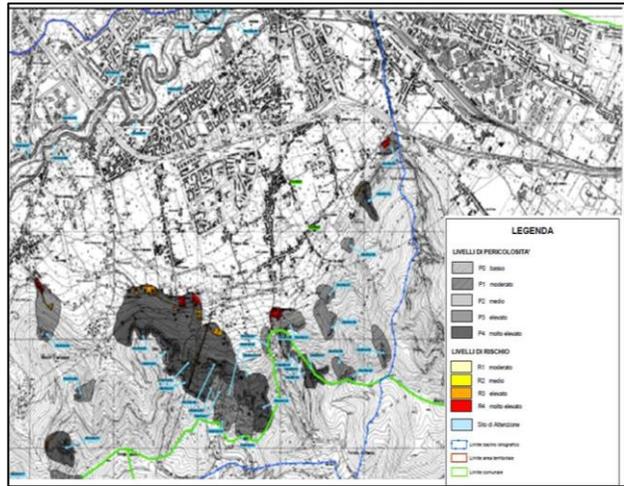


Figura 18– Carta della pericolosità e rischio geomorfologico n°12 comune di Palermo

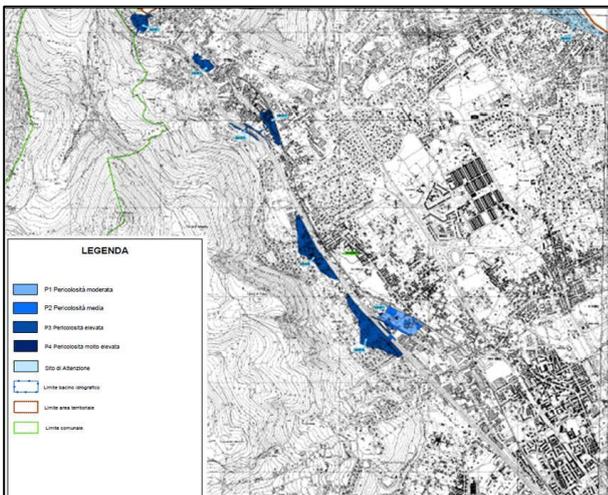


Figura19–Carta della pericolosità idraulica n°04 comune Palermo

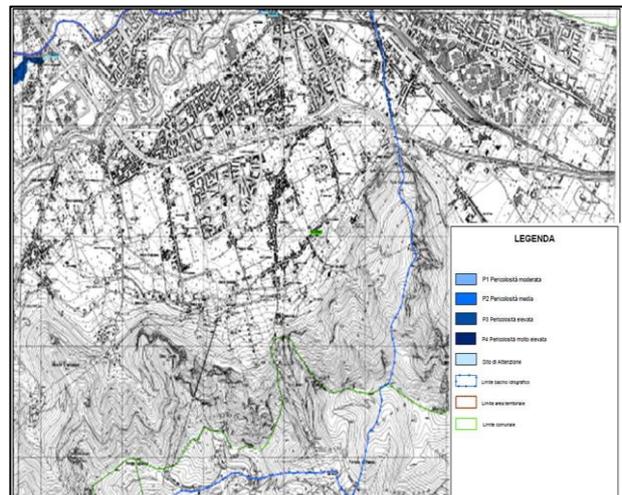


Figura20–Carta della pericolosità idraulica n°12 comune Palermo

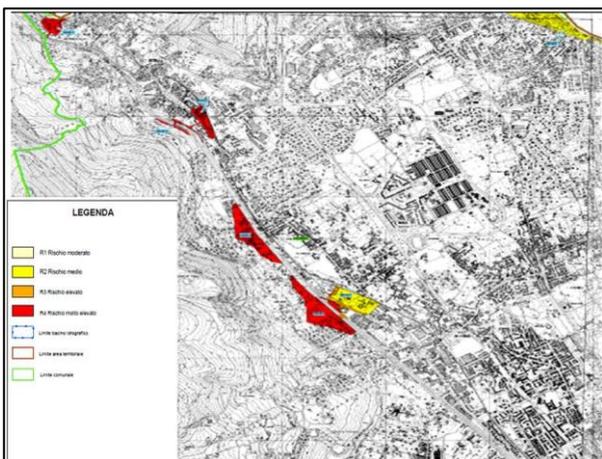


Figura 21 – Carta del rischio idraulico comune di Palermo

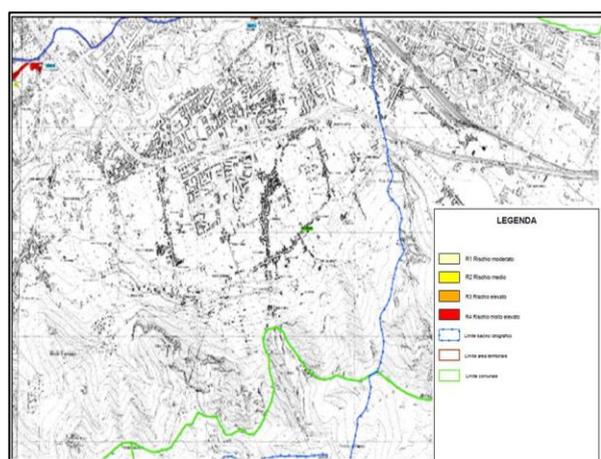
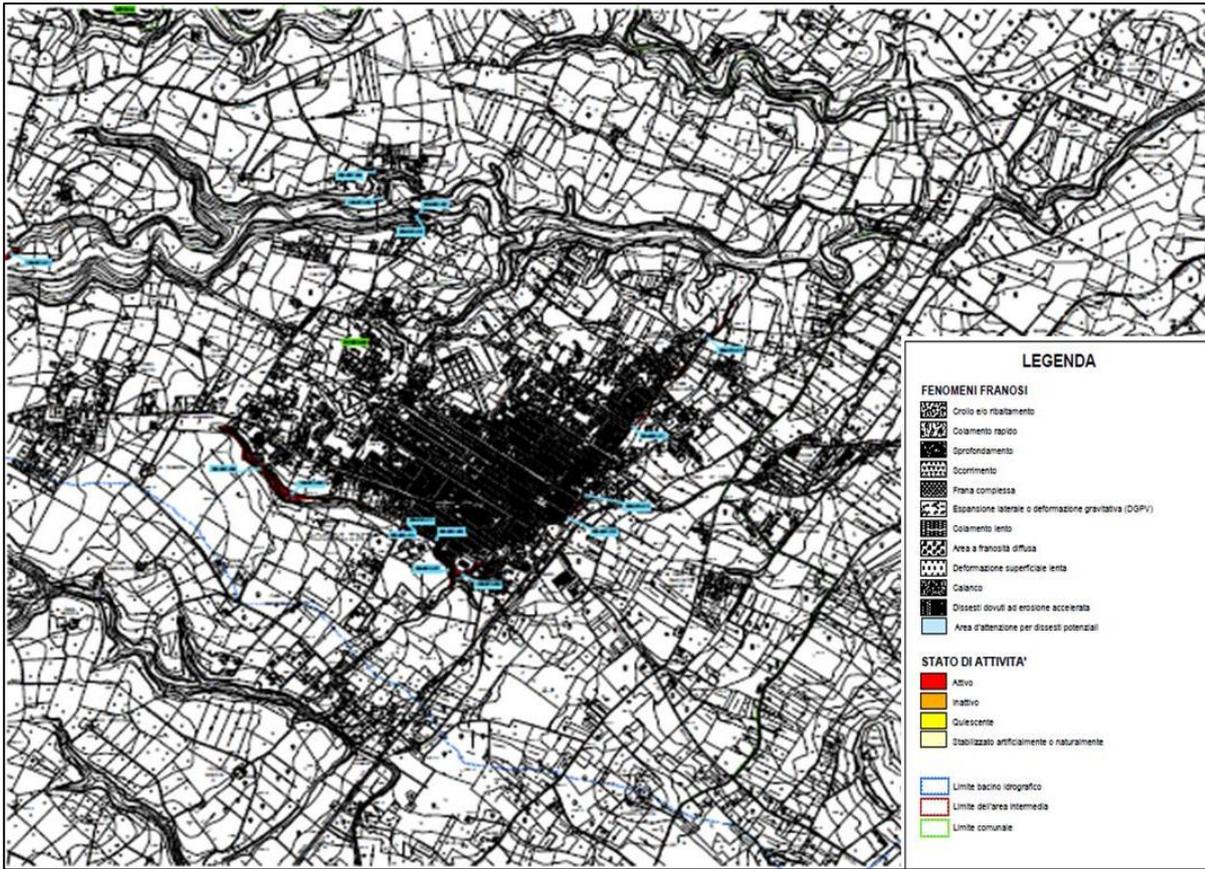
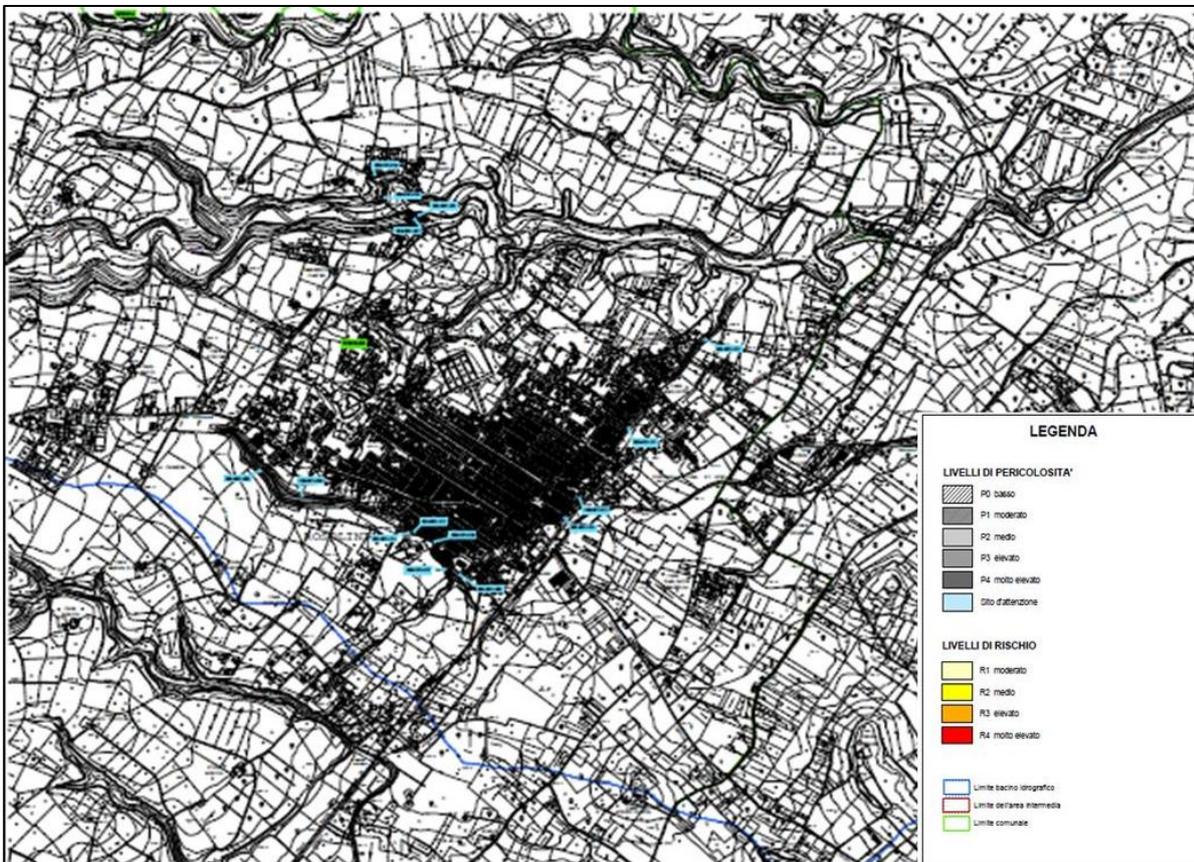


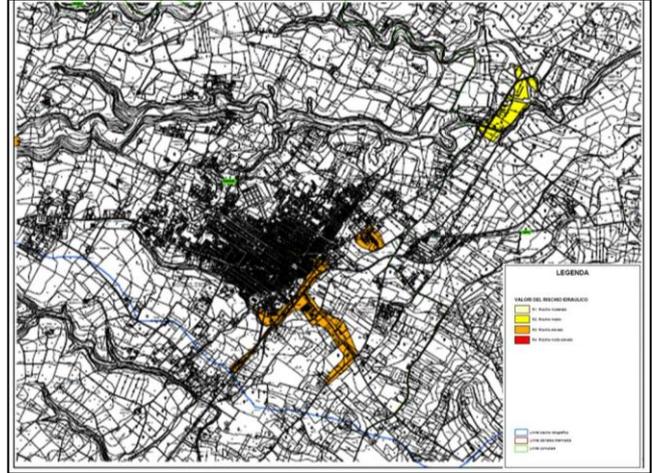
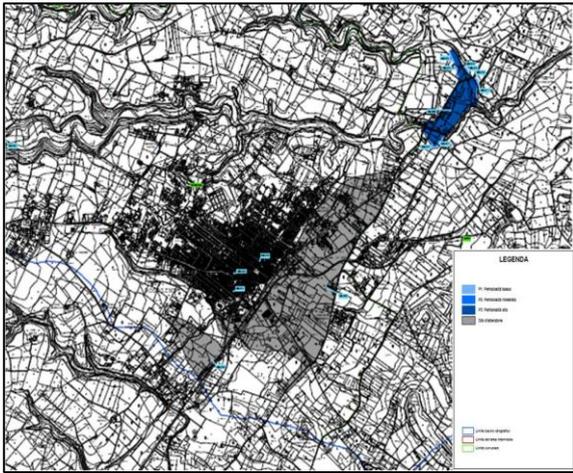
Figura 22 – Carta del rischio idraulico del comune di Palermo



**Figura 23** – Carta dei dissesti del comune di Rosolini



**Figura 24** – Carta della pericolosità e rischio geomorfologico del comune di Rosolini



**Figura 25**– Carta della pericolosità idraulica del comune Rosolini **Figura 26**– Carta del rischio idraulico del comune di Rosolini

## **6. IL CASO APPLICATIVO PER LA CITTÀ DI LICATA**

Territorio che per posizione geografica incanta ma che allo stesso tempo delude per le condizioni di degrado in cui versa. Una città di mare senza un lungo mare, ornata da splendide coste e 20 km di arenili di sabbia dorata che andrebbero tutelati e valorizzati.

Una città che per colpe conclamate, ricadenti sui politici del passato, vede sia il centro che la periferia compresse dall'abusivismo e dalla speculazione.

Il territorio è fortemente caratterizzato dalla presenza di fenomeni erosivi lungo tutta la costa, da fenomeni diffusi di frane anche nel centro abitato, da una rete di canali idraulici per lo smaltimento delle acque bianche nella zona agricola che risulta inadeguata a causa della mancata manutenzione, ed inoltre dalla presenza del fiume Imera Meridionale che non riesce a contenere in caso di piena le portate, causando frequenti allagamenti.

Tutto ciò porta, in caso di precipitazioni particolarmente abbondanti a situazioni di emergenza sia in centro che nelle aree che costeggiano il fiume.

Ultimamente la città è rimasta in ginocchio a causa delle forti piogge, arrivando ad avere fino a 170 mm di pioggia in poco più di tre ore. Questo dovrebbe farci riflettere sulla necessità di intervenire in maniera tempestiva sui Piani per l'Assetto Idrogeologico e i Piani per la Gestione del Rischio da Alluvioni (PGRA).

Troppi sono i canali sia naturali che artificiali quasi completamente ostruiti dai rifiuti di ogni genere (rifiuti ingombranti, erbacce) o dal crollo degli argini, che vengono ripuliti solo occasionalmente. Alcuni di essi situati ai confini dei lotti coltivati, vengono utilizzati dagli stessi proprietari come discariche.

Tuttavia Licata ha delle incredibili potenzialità in molti settori quali pesca, agricoltura, turismo, settori che purtroppo però non riescono a decollare.

Il settore della pesca ad esempio è penalizzato dal fatto che viene praticata sottocosta e a strascico. Solo 1/3 del pescato viene commercializzato nel territorio locale, il resto viene destinato a paesi limitrofi. Punto di vanto nel settore sono i cantieri navali in cui operano maestri d'ascia di grande professionalità.

L'economia licatese è basata prevalentemente sul settore agricolo e nello specifico quello orticolo.

Nelle zone di pianura viene praticata una coltivazione intensiva mentre nelle zone interne collinari dove i terreni sono meno produttivi troviamo coltivazioni estensive.

La città gode di un grande patrimonio storico artistico che purtroppo non è valorizzato come meriterebbe.

Viene apprezzata soprattutto per le splendide spiagge. Pertanto il turismo, fondamentale per il rilancio economico della collettività, è concentrato nella stagione estiva, costituito in gran parte da emigranti. Negli ultimi anni però qualcosa sta cambiando. La nascita di un villaggio turistico, del porto turistico, di una rete di bed and breakfast fanno sì che il turismo venga incentivato.

Ma le principali ricchezze per il territorio, anche se poco apprezzate, sono i palazzi Liberty (Villa Verderame, Villa Urso) costruiti tra l'800 e il '900, il municipio progettato dall'architetto Ernesto Basile, i palazzi gentilizi, il teatro Re, il museo archeologico della Badia, Castel Sant'Angelo con l'area archeologica situata ai suoi piedi identificata con la Polis greca di Finziade, la Grangela e il Pozzo Gradiglia (opera idraulica di grandissimo valore storico) per citarne alcuni.

Inoltre Licata gode di aree di pregio naturalistico come il Bosco Galluzzo, l'alveo del Fiume Salso, spesso meta di uccelli migratori.

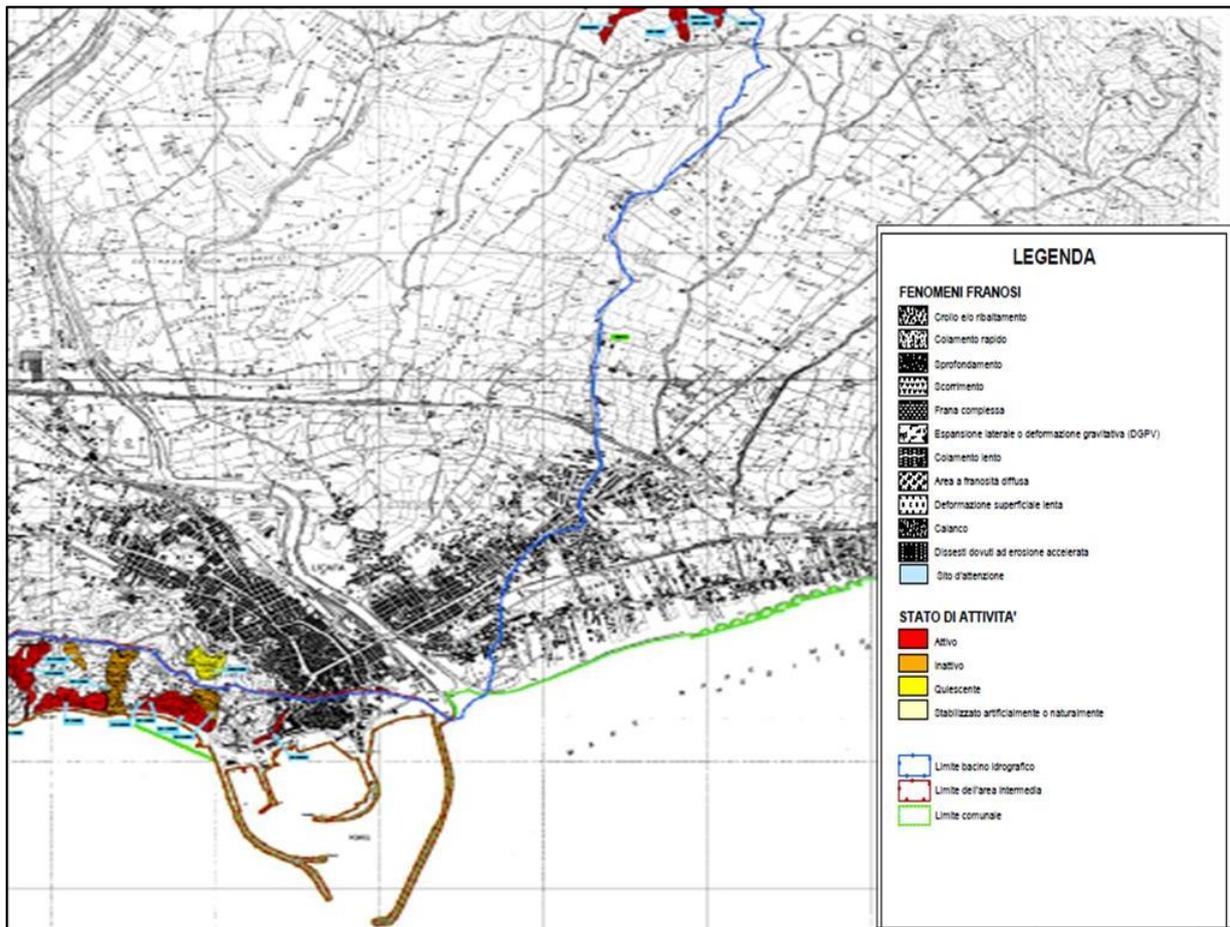
Una realtà in declino purtroppo è il porto commerciale che versa ormai da anni in uno stato di parziale abbandono.

La rada commerciale che sino agli anni '60 era sempre affollata di navigli di ogni tonnellaggio, oggi è quasi deserta. La crisi del porto è diventata irreversibile già a partire dagli anni '80 quando il sistema di trasporto delle merci scelse quello su gomma. Mai si è provveduto all'escavazione della rada per consentire l'attracco di navi di grosso tonnellaggio e da crociera, che avrebbero potuto offrire alla città maggiore sviluppo.

Ben diverse è invece la realtà del porto turistico, porto moderno con servizi di eccellenza, capace di ospitare più di 1500 posti barca e che presenta aree verdi, pedonali e aree commerciali a pochi metri dal centro storico.

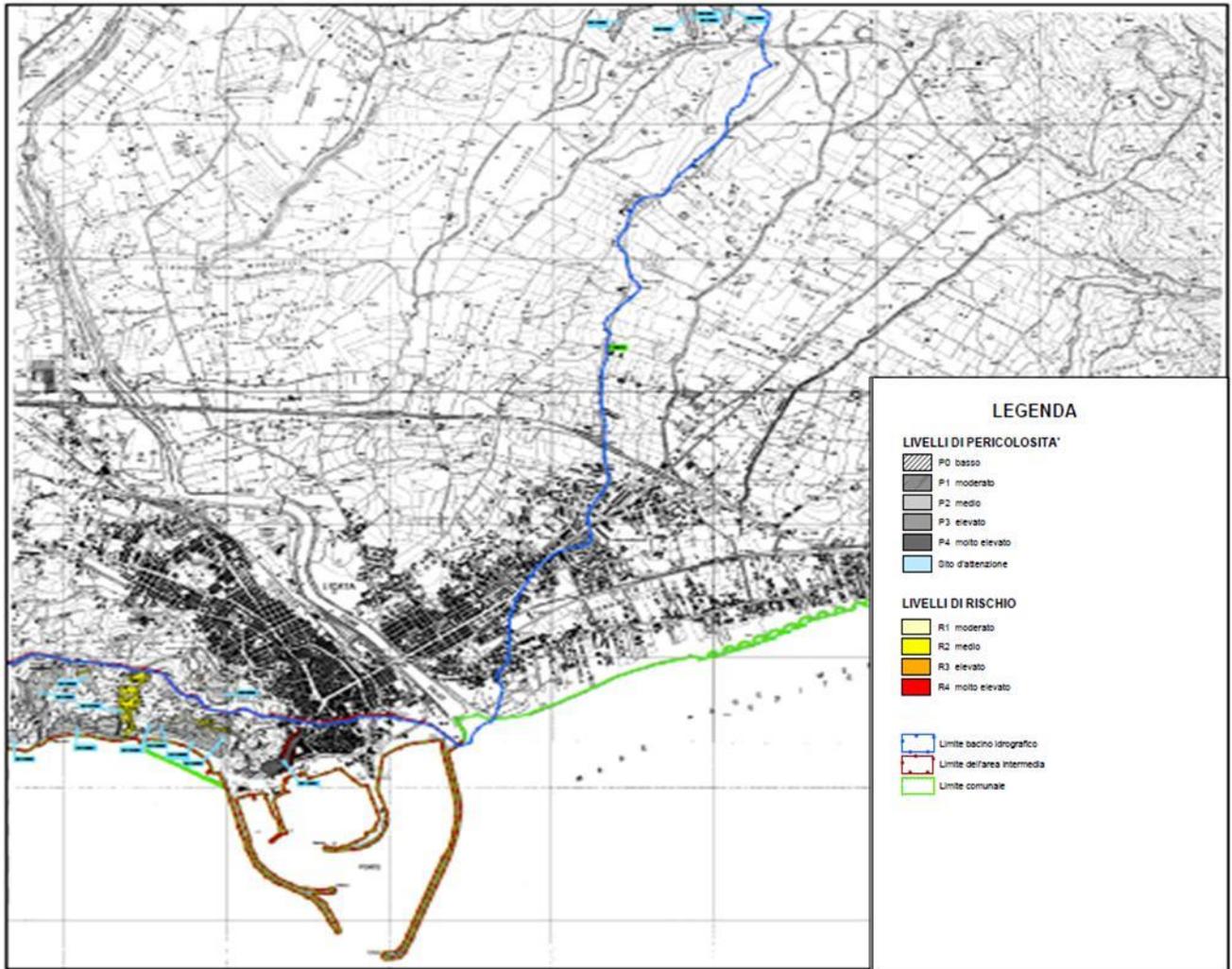
## **6.1. IL RISCHIO SECONDO VALUTAZIONE P.A.I.**

Considerando come territorio di interesse l'area di Licata, sono state analizzate inizialmente le carte P.A.I. relative ai fenomeni franosi e quelle relative alla pericolosità e rischio geomorfologico ricadenti all'interno del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale distinte per il territorio comunale di Licata, di seguito riportate.



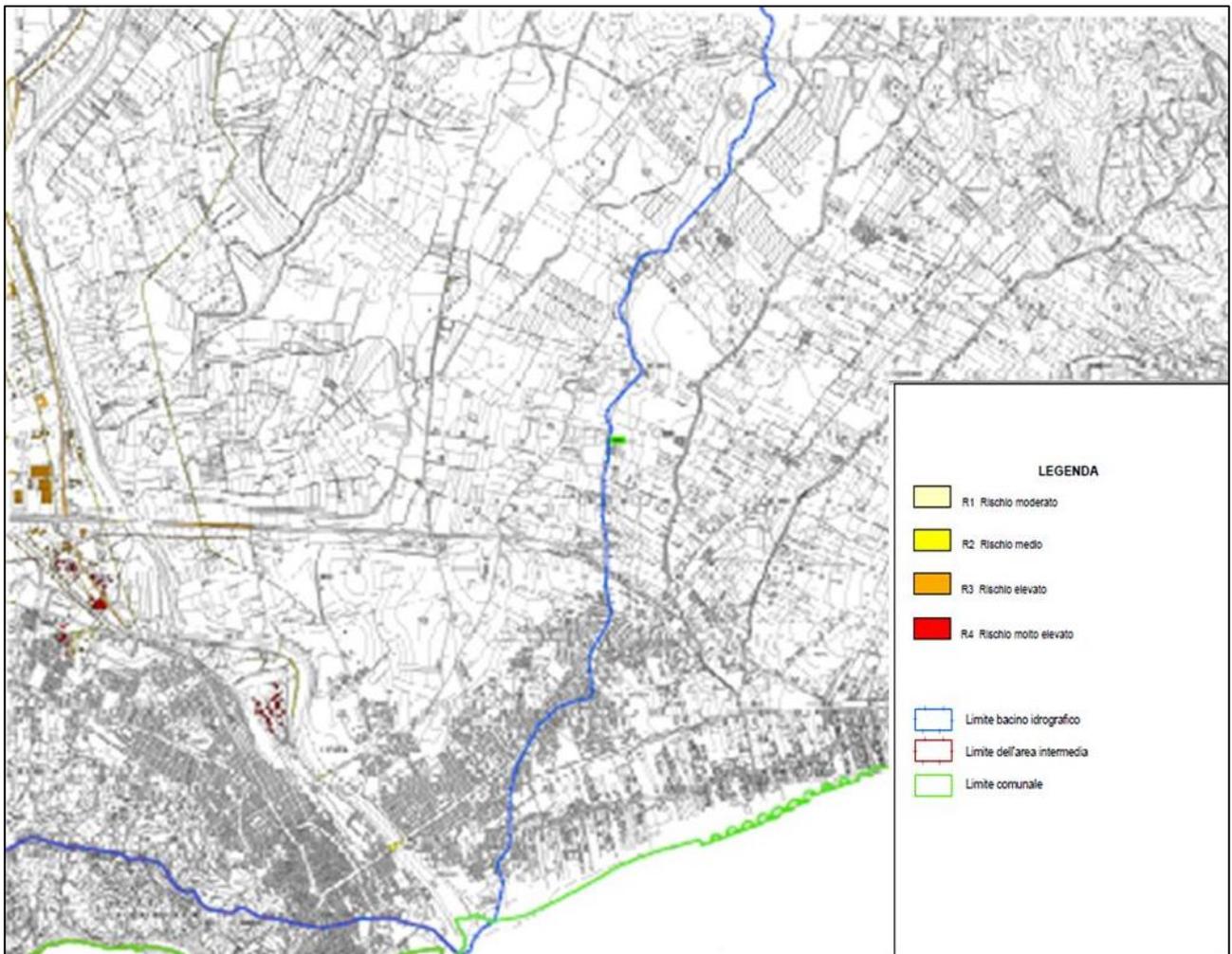
**Figura 27** – Carta dei dissesti del comune di Licata, *estratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*

Come si evince dalla carta dei dissesti, i fenomeni franosi si concentrano diffusamente lungo la costa presentando uno stato di attività alto in corrispondenza dell'ambiente calanchivo, tuttavia anche la zona interna è soggetta a fenomeni erosivi, fenomeni che interessano anche il centro abitato.



**Figura 28** – Carta della pericolosità e rischio geomorfologico del comune di Licata, *estratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*

Nell'ambito della carta di pericolosità e rischio geomorfologico si denota come un cospicuo numero di aree ricadono nella classe a pericolosità media (P2), mentre in relazione alla determinazione delle classi di rischio sono state individuate aree maggiormente soggette a livelli di rischio medio (R2).



**Figura 29** – Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione del comune di Licata, *estratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*

Per lo studio idrologico è stato suddiviso il bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale in 51 sottobacini e per ogni sezione di chiusura dei sottobacini sono state stimate le portate al colmo di piena per assegnati tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni rispettivamente per aree ad alta, moderata e bassa probabilità d'inondazione.

I valori delle portate al colmo di piena ( $Q_t$ ) relativi al canale scolmatore che sono stati rilevati corrispondono a :

195,970  $m^3/s$  per un tempo di ritorno di 50 anni.

226,710  $m^3/s$  per tempi di ritorno di 100 anni.

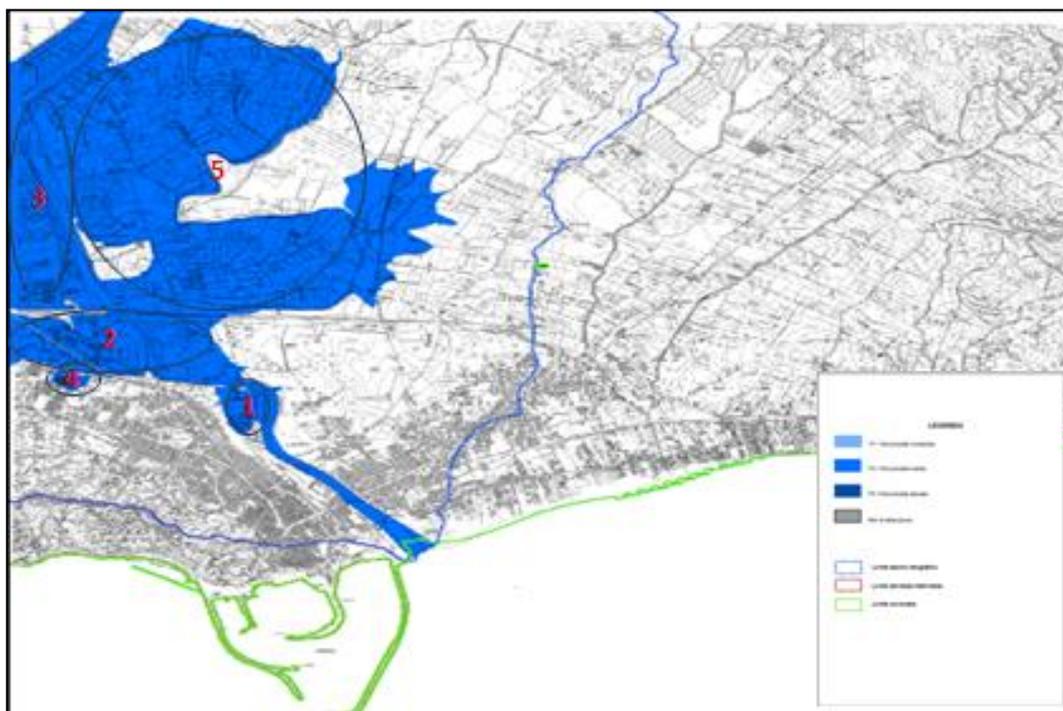
275,280  $m^3/s$  per un tempo di ritorno di 300 anni.

Mentre i valori di  $Q_t$  per il sottobacino 51 corrispondente alla foce risultano essere pari a:

198,660  $m^3/s$  per un tempo di ritorno di 50 anni.

231,270  $m^3/s$  con tempi di ritorno di 100 anni.

282,980  $m^3/s$  per tempi di ritorno di 300 anni.



**Figura 30**– Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione del comune di Licata, *estratta dal Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*

Considerando l’alto rischio idraulico che sussiste sul territorio, con riferimento alla carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, è stata operata una suddivisione della suddetta carta in cinque aree, in funzione della presenza di abitazioni soggette ad esondazione.

Per la zona Montecatini – Via Honduras e Nicaragua, identificata come n°1, si riscontrano complessi di palazzi di tre e quattro piani con verde, parcheggi e campetto per un totale di 166 famiglie. Nel luogo insiste, inoltre, una casa di riposo R.S.A. Santa Rosa, struttura composta da tre piani munita di 36 posti letto. Nella stessa zona si rilevano altre abitazioni in cui risiedono in totale 36 famiglie.

In Via Campobello - Piano Bugiades, identificata come zona n°2, vi sono abitazioni di piani differenti in cui sono presenti 68 famiglie, a cui si aggiunge una sezione staccata del Liceo Classico con rispettivo parcheggio ed aree verde ed un agriturismo.

Nella zona n°3, Campobello SS 123 Piano Bugiades, si rilevano diverse abitazioni composte da un totale di 20 famiglie, una casa di accoglienza per immigrati di tre piani, una infrastruttura con rispettivo parcheggio probabilmente utilizzata per convegni. Nell’area ricade anche la zona industriale con diverse attività presenti.

In Via Torregrossa, intesa come zona n°4, vi rientrano abitazioni di sette famiglie, un panificio e 32 villette a schiera dotate di due piani per un totale di 32 famiglie.

E per finire in zona n°5 vi sono tre case, situate in una zona non urbanizzata, che ricadono nell'area soggetta a rischio esondazione.

In definitiva il numero di abitazioni che rientrano nell'area di esondazione risultano essere pari a 125 escludendo infrastrutture quali agriturismo, sezione staccata del Liceo Classico, zona convegni e l'area industriale. Mentre il numero di abitanti stimato che vivono nella suddetta area è di 1582 circa.

## **6.2. ESEMPI APPLICATIVI DI INGEGNERIA NATURALISTICA PER LA CITTÀ**

Alla luce di quanto detto, emerge l'importanza del recupero del territorio attraverso tecniche di ingegneria naturalistica per la città per mitigare il rischio idrogeologico. Riferendoci agli obiettivi perseguiti dal Dodecalogo dell'Ingegneria Naturalistica si è arrivati ad ipotizzare possibili interventi da effettuare sul territorio di Licata.

Pur essendo questo studio incentrato sul rischio idraulico per fenomeni di esondazione, si ipotizza di intervenire anche sulla pericolosità geomorfologica dei fenomeni franosi.

Per le aree soggette a rischio frana è stato ipotizzato l'inserimento di specie arbustive tipiche della macchia mediterranea quali *euphorbia dendroides*, *chamaerops humilis*, *olea europaea*, *pistacia lentiscus*, *phillyrea angustifolia* e molte altre, in modo da stabilizzare le suddette aree.

Si dovrebbe al più presto intervenire sulla frana che insiste a pochi metri dal palazzo di città da più di 15 anni, facendo ricorso ad opere di stabilizzazione quali ad esempio la cordonata viva, in grado di contrastare efficacemente erosioni superficiali e piccoli movimenti franosi, favorendo al contempo la ritenzione idrica ed il deflusso controllato.

In base alla legge 10/13 sullo sviluppo del verde in ambito urbano, i sindaci sono tenuti ad eseguire un censimento degli alberi sulle aree di propria competenza. Questa legge prevede nei comuni sopra i 15.000 abitanti la messa a dimora di un albero per ogni nuovo nato.

Ad esempio, tenuto conto del numero dei nati relativi al bilancio demografico del 2015 nel comune di Licata pari a 287 e pervenendo ad un totale in un quinquennio di 1435 alberi e arbusti, 1500 circa, si riesce a coprire una superficie di circa 700 mq.

Un'iniziativa di questo tipo è stata già realizzata nel territorio sulla sponda destra del fiume Salso, con la messa a dimora di 117 alberi di agrumi.

È un esempio da seguire l'iniziativa del percorso didattico di piccoli orti, realizzato all'interno della villa comunale Regina Elena, da incentivare ed ampliare ad orto urbano della città e da attuare in altri

siti disponibili, che punti a rispondere alle esigenze di naturalità e approvvigionamento di cibi freschi e a costi contenuti e che migliori la conoscenza agricola e di connettività ecologica in ambito urbano. Il *Greening* urbano inoltre deve riguardare oltre all'impianto ed alla coltivazione di specie utili per l'alimentazione anche il compostaggio degli scarti di potatura delle suddette aree.

Bisognerebbe prediligere la piantagione di specie autoctone eseguendo l'espanto sistematico di tutte le specie alloctone e invasive, salvaguardare il verde urbano di pregio ossia i singoli esemplari arborei monumentali effettuando, dove necessario, interventi fitosanitari sulle cavità dei tronchi o ricorrendo a potature straordinarie per prevenire l'abbattimento e salvaguardare la sicurezza stradale, in modo da mitigare il rischio in aree con scarsa vegetazione e/o soggette a fenomeni di dissesto.

Per quanto concerne la pericolosità idraulica, si prevede di intervenire, nella zona interessata da un andamento sinuoso e meandriforme del fiume Salso, con la realizzazione di una "siepe a tetto", avente funzione di barriera, utilizzando ad esempio specie quali pioppi, salici e tamerici, disposti in ordine decrescente in modo tale da ostacolare i fenomeni di esondazione.

Per la superficie di interesse situata lungo la zona meandriforme del fiume di 200 ml e larga 3,5 metri si è pensato all'inserimento di 41 pioppi aventi un sesto d'impianto di 5 metri, di 134 salici con sesto d'impianto di 1,5 metri e per finire di 201 tamerici aventi un sesto di 1 metro, in modo da ricoprire una superficie di 700 mq.

In questo modo è possibile mettere in sicurezza ben 700 abitanti su 1500 abitanti complessivi grazie ad un uso saggio e "di legge" per ogni sindacatura.

Inoltre si può pensare di far ricorso a casse di espansione in grado di accogliere temporaneamente le acque di piena del fiume per ridurre appunto il rischio di esondazione.

Per di più le siepi a tetto, in ambito urbano, apportano notevoli benefici in quanto sono in grado di assorbire i rumori, incidendo positivamente sulla mitigazione dell'inquinamento acustico ed esercitano anche un'azione depurativa nei confronti dello smog atmosferico.

Inoltre come interventi consigliati si potrebbe agire sulle sponde del fiume, facendo ricorso a briglie in legname o pietrame o rialzando gli argini per mettere in sicurezza l'intera città ed ostacolando in tal modo il fenomeno di esondazione.

Inoltre è bene pensare di incrementare l'attività vegetativa lungo gli argini del fiume e di realizzare alla foce dell'Imera Meridionale, che versa in condizioni di forte degrado ed inquinamento dovuti al deposito di materiali di scarto, interventi di riqualificazione fluviale, attraverso ad esempio la realizzazione di lagunaggi in modo da garantire benefici sia ambientali che di sicurezza.

Si potrebbe anche proporre il restauro ecologico delle aree umide urbane (biostagni o laghetti) utilizzando specie idrofite in grado di fitodepurare le acque di pioggia, dare un contributo alla laminazione delle piene, oltre che di generare effetti positivi per la fauna.

Si è pensato anche di operare negli spartitraffico di ingresso alla città, utilizzando siepi di aromatiche e specie naturali erbacee a differente periodi di fioritura in modo da creare superfici prative che diano una sensazione di campo spontaneo, che porti anche ad un incremento della biodiversità in loco.

È da valutare l'ipotesi di sostituire le pavimentazioni impermeabili attualmente in asfalto o cemento, in drenanti, utilizzando preferibilmente pietre da taglio non giuntata con malta ma solo con terra in modo da favorire l'inerbimento, nelle aree destinate a parcheggio, nello specifico nella zona soggetta a rischio esondazione, zona Montecatini, permettendo di ridurre in tal modo le portate di deflusso superficiale. Inoltre, si potrebbe favorire altresì la realizzazione di pavimentazioni drenanti per camminamenti, a cui è associata una maggiore permeabilità dei suoli, all'interno della scuola V. Greco ma anche in zona Playa frequentemente soggetta ad allagamenti, Corso Serrovira, Via Salso, Piazza Gondar, Piazza della Vittoria. Nelle scuole V. Greco, A. Bonsignore, G. Marconi, G. Leopardi, D. Liotta, Liceo Classico V. Linares, si può ulteriormente ricorrere ai tetti verdi garantendo una adeguata coibentazione e mitigazione delle alte temperature esterne, riducendo al contempo i costi energetici associati al condizionamento climatico.

Si è ipotizzato di agire nella parte alta della città di Licata, in prossimità dell'ospedale San Giacomo d'Altopasso prevedendo la realizzazione di rain garden, ossia sistemi-giardino in grado di gestire e controllare grandi quantità di acqua piovana provenienti da tetti degli edifici, sedi stradali e grandi aree pavimentate che contribuiscono inoltre alla riduzione dell'inquinamento idrico intercettando e trattando l'acqua piovana di ruscellamento e di deflusso urbano e che innescano processi biologici depurativi.

I rain garden inoltre possono essere accoppiati a serbatoi sotterranei in modo da facilitare la raccolta dell'acqua; acqua che potrà essere riutilizzata per usi civili quali pulizia delle strade, antincendio e irrigazione delle aree a verde. Tutto ciò allo scopo di ostacolare il deflusso superficiale nella zona di valle e di conseguenza ridurre la possibilità di fenomeni alluvionali deleteri per l'intera cittadinanza.

Per ovviare ad una inadeguata gestione delle acque, si può pensare ad un riutilizzo delle acque reflue e soprattutto delle acque di prima pioggia, presupponendo negli edifici ove è possibile, di convogliare tali acque in serbatoi appositi, il cui riutilizzo può essere diretto senza alcun trattamento oppure previo

trattamenti con piccoli sistemi di depurazione naturale, o meglio ancora, si potrebbe favorire l'accumulo in bacini di lagunaggio in modo da perseguire direttamente obiettivi naturalistici.

Molti edifici esistenti sono già muniti di serbatoi installati sui tetti e collegati al sistema idraulico delle abitazioni. In tal caso tali sistemi potrebbero essere riadattati per essere inseriti all'interno di un impianto di riuso delle acque e collegati ai pluviali. In questo modo si andrebbero ad abbattere i costi per l'installazione di un sistema di riuso delle acque.

Si può fare ricorso, negli spartitraffico che separano le carreggiate, a barriere fonoassorbenti verdi che riducono l'inquinamento acustico.

Assumerebbero una certa rilevanza anche interventi di *préverdissement*, introducendo appunto la piantumazione preventiva delle aree naturali libere da edificazioni all'interno della città, in modo da fornire loro un valore ambientale e naturalistico maggiore rispetto a quello originario e migliorando non solo il livello naturale delle singole aree ma anche quello dell'intera città.

Si può optare per un *preverdissement* temporaneo che insiste su aree destinate alla trasformazione urbanistica, oppure ricorrere ad un *preverdissement* permanente che si attua su aree destinate a rimanere libere potenziandone il valore ambientale con lo scopo di dotare la città di spazi verdi di qualità.

Importanti sono anche le azioni di depurazione naturale delle acque dei fiumi. A tal proposito si favorisce l'ossigenazione dell'acqua agendo sulla turbolenza della corrente e utilizzando la presenza di macrofite acquatiche, così da abbattere i costi di gestione rispetto ad un impianto tradizionale, in quanto gli unici costi sarebbero associati al controllo della crescita delle macrofite e alle eventuali operazioni di rigenerazione del substrato.

FUNZIONE PLURI-OBIETTIVO DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA PER LA CITTÀ												
<b>Tecniche</b>	8	Messa a dimora alberi	■		■		■	■		■	■	■
	7	Messa a dimora arbusti	■		■		■	■		■	■	■
	6	Restauro aree umide	■	■			■		■			■
	5	Bacini di laminazione										■
	4	Pavimentazioni drenanti		■		■		■	■			
	3	Verde pensile	■	■	■	■		■	■		■	■
	2	Siepi a tetto	■				■	■		■	■	■
	1	Rain garden	■	■	■	■	■	■	■			■
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; transform: rotate(-45deg); display: inline-block;"> <b>TECNICHE</b> <b>OBIETTIVI</b> </div>		Incremento della naturalità e della biodiversità in città	1									
		Incremento della permeabilità delle pavimentazioni, dei lastrici e dei suoli	2									
		Incremento sup. verdi negli edifici per coibentazione, fono assorbenza e il tratt. degli inquinanti aeriformi	3									
		Riutilizzo acque usate	4									
		Ripristino di naturalità degli spazi verdi e acquatici naturali (green & blue spaces).	5									
		Incremento degli spazi verdi naturalizzati	6									
		Miglioramento della qualità delle acque superficiali e dei suoli	7									
		Incremento delle zone umide	8									
		"Greening" urbano per l'alimentazione	9									
		Conservazione del verde urbano di pregio e forestazione urbana con specie autoctone	10									
		Rinaturazione tecnica del verde urbano di fruizione	11									
		Gestione della difesa idrogeologica urbana	12									
<b>DODECALOGO</b>												

## 7. CONCLUSIONI

I dissesti idrogeologici e le alluvioni urbane verificatesi negli anni dimostrano che il territorio richiede interventi continui e scelte strategiche al fine di ridurre al minimo i danni all'intera collettività.

Non vi è alcun dubbio che tutti gli interventi devono essere ben mirati e che per attuarli ci si deve render conto che l'ambiente in cui viviamo rappresenta un patrimonio di inestimabile valore che appartiene all'intera umanità e pertanto va rispettato e protetto.

L'utilizzo infatti delle infrastrutture verdi fornisce delle soluzioni alternative, quali opere di prevenzione di frane e alluvioni, a volte complementari, più efficaci e meno impattanti di quelle fornite dalle tradizionali infrastrutture che tuttavia in alcuni casi risultano essere necessarie.

## **BIBLIOGRAFIA**

Infrastrutture verdi e partecipazione sociale – Un modello bio-ispirato di rigenerazione urbana, Giuseppe Scarola, Gianluigi Pirrera, 2016.

Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste - unità operativa 118 – S.O.A.T. n°86 Licata, Carta dell'uso del suolo del territorio del comune di Licata, 2002.

Rinaturazione di aree umide: casi studio, Alfredo Petralia, Gianluigi Pirrera, 2005.

## **RIFERIMENTI WEB**

[http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR\\_PORTALE/PIR\\_Servizi/PIR\\_News?\\_piref857\\_3677299\\_857\\_3677298\\_3677298.strutsAction=%2Fnews.do&stepNews=det\\_news&idNews=84905759](http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_Servizi/PIR_News?_piref857_3677299_857_3677298_3677298.strutsAction=%2Fnews.do&stepNews=det_news&idNews=84905759)

<http://www.focesalso.it/osservatorio.htm>

[http://www.francogalia.it/pubblicazioni/la\\_foce\\_del\\_fiume\\_salso.pdf](http://www.francogalia.it/pubblicazioni/la_foce_del_fiume_salso.pdf)

<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>