



REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA

DIPARTIMENTO REGIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

**P.O. FESR 2007-2013, ASSE 2
LINEA DI INTERVENTO 2.3.1.6**

**PIANO REGIONALE E INDIRIZZI STRATEGICI
PER LA PRODUZIONE DI STUDI E
CARTOGRAFIE DI BASE E TEMATICHE
A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE E
INTERCOMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE**



Immagine tratta da: www.garmin.it

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO RIA
DOTT. GEOL. GIUSEPPE BASILE
(Delegato per l'attuazione della Linea di intervento)

IL DIRIGENTE GENERALE
ING. SALVATORE COCINA

DDG N. 1371 DEL 12 NOV 2009

P.O. FESR 2007-2013. LINEA DI INTERVENTO 2.3.1.6
PIANO REGIONALE PER LA PREDISPOSIZIONE DI STUDI E CARTOGRAFIE DI BASE E TEMATICHE A SUPPORTO
DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE E INTERCOMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE



INDICE

1. PREMESSE	3
2. DEFINIZIONI E REQUISITI	6
3. PRODOTTI.....	12
3.1 L’elaborato “LITOLOGIA”	15
3.2 Gli elaborati derivati dall’altimetria digitale	16
3.3 La carta dell’uso del suolo	17
3.4 L’elaborato “RETI” e “CENTRI ABITATI”	20
3.5 L’utilizzo delle informazioni ai fini della pianificazione di p.c.	21
3.6 Censimenti e banche-dati.....	23
3.7 Studi.....	27
4. QUADRO DI SINTESI DEGLI INTERVENTI E CRONOPROGRAMMA	35
5. RICADUTE OCCUPAZIONALI E INNOVAZIONE TECNOLOGICA.....	37
6. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO	38
<u>ALLEGATO: SPECIFICHE TECNICHE</u>	



redattore: Geol. Giuseppe Basile (dirigente Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali del DRPC)

collaboratori: Arch. Maria Nella Panebianco (funzionario, responsabile del Sistema Informativo Geografico Idrogeologico - SIGI - del DRPC)

Arch. Orsola Bonanno (funzionario)



1. PREMESSE

Nel Programma Operativo Regionale FESR 2007-2013 (Asse 2: “Uso efficiente delle risorse naturali”, Obiettivo Specifico 2.3: “Attuare la pianificazione nel settore del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale”, Obiettivo Operativo 2.3.1: “Realizzare interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione delle specifiche azioni del PRSR Sicilia”) è compresa la Linea di intervento 2.3.1.6: “*Produzione di studi e cartografie di base e tematiche per la redazione dei piani comunali e intercomunali di protezione civile*” per la quale attuazione il Dipartimento Regionale della Protezione Civile è responsabile.

Le modalità di attuazione della Linea di intervento prevedono la forma della titolarità regionale, previa ricognizione e redazione di apposito piano regionale da parte dei Dipartimenti Responsabili, cui conseguono:

- affidamenti in "house" a società a totale capitale regionale

oppure

- avviso pubblico con graduatoria (per gli interventi che richiedono competenze esterne all'Amministrazione).

I requisiti di ammissibilità per tale linea di intervento, riportati nel documento “Requisiti di ammissibilità e Criteri di selezione” del P.O. FESR 2007-2013, approvato dalla Commissione Europea con decisione C (2007) 4249 del 07/09/2007, sono i seguenti:

- coerenza con le metodologie di analisi e censimento per la protezione civile (criteri DRPC).

L'obiettivo della Linea di intervento è quello di realizzare prodotti in grado di supportare, mediante indirizzi regionali unitari, la pianificazione di protezione civile.

L'esigenza nasce dalla constatazione, sorretta dall'esperienza maturata dal Dipartimento Regionale della Protezione Civile, che in tema di analisi dei rischi, cui conseguono le azioni da pianificare per la loro mitigazione, sono necessari dati di diversa natura i cui criteri di redazione siano caratterizzati da un'impostazione metodologica univoca che solo l'Amministrazione regionale può fornire.

Per contro, si avrebbe una proliferazione di prodotti tra loro non congruenti, poco o per nulla confrontabili tra loro, che potenzialmente possono generare distorte valutazioni e inappropriati interventi di mitigazione.

La *ratio* della linea di intervento 2.3.1.6 deve essere vista in relazione ai disposti contenuti nella Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004 che riorganizza il sistema nazionale e regionale delle allerte in tema di protezione civile in un contesto unitario che razionalizza le attività di previsione e prevenzione dei rischi, con compiti specifici demandati a livello statale e regionale (si veda, al riguardo, il Capitolo 2).

Una ulteriore e puntuale indicazione di merito sull'uso avanzato di studi e cartografie tematiche per finalità di protezione civile proviene dal “Manuale operativo per la predisposizione di un Piano



comunale o intercomunale di protezione civile” (emesso dal Capo del Dipartimento della protezione civile – Commissario delegato ai sensi dell’OPCM 28 agosto 2007, n. 3606) nel quale risulta essere evidente la necessità di specifici prodotti di base cartografici tematici che siano d’ausilio alla redazione dei piani.

I Centri Funzionali Decentrati, previsti dalla richiamata Direttiva, costituiscono l’elemento fondante delle azioni di protezione civile volte alla mitigazione dei rischi e rappresentano, per temi trattati e competenze, una eccezionale occasione per incentivare, sia a livello statale che regionale, la ricerca scientifica, la qualificazione del personale e la dotazione strumentale di apparati di rilevazione dei parametri ambientali e dei relativi effetti al suolo, con finalità applicative ben determinate, come probabilmente mai era stato fatto prima.

Al riguardo, giova ricordare che la già richiamata Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004 evidenzia che le attività di previsione consistono nella “valutazione, supportata da un’adeguata modellistica numerica, della situazione meteorologica, nivologica, idrologica, idraulica e geomorfologica attesa, nonché degli effetti che tale situazione può determinare sull’integrità della vita, degli insediamenti e dell’ambiente.”

La relazione diretta e congruente tra attività di previsione, emanazione delle allerte e attuazione della pianificazione di protezione civile è nota e ben suffragata dagli atti normativi di settore (direttive, circolari, manuali e linee guida nazionali e regionali).

Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile, a seguito della deliberazione della Giunta Regionale di Governo n. 530 del 19/12/2006 viene individuato quale l’Ufficio che deve costituire e gestire il Centro Funzionale Decentrato Multirischio Integrato ai sensi della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004.

I compiti di un Centro Funzionale sono quelli di:

- valutare gli scenari d'evento attesi e/o in atto e di esprimersi sui livelli di criticità relativamente ai diversi tipi di rischio, anche sulla base della suddivisione del territorio regionale in zone di allerta e delle relative soglie stabilite, qualora disponibili;
- dichiarare le proprie valutazioni in un **Avviso di criticità regionale**, in cui riporta, per ciascuna zona di allerta, il tipo di rischio, il livello di criticità, nonché, se possibile, le previsioni sintetiche e relative ad alcuni indicatori e lo scenario d'evento atteso per le successive 24 ore. Il CF, in questa fase, provvede alla valutazione e dichiarazione dei livelli di criticità raggiungibili e/o raggiunti sul territorio regionale.

Pertanto, gli interventi compresi nel P.O. FESR 2007-2013 e quelli relativi alla costituzione e all’avvio del Centro Funzionale Decentrato devono essere considerati in modo unitario nell’ambito di un’efficace e razionale azione di sistema regionale.

Alla luce delle ricognizioni effettuate dal DRPC in questi anni nell’ambito degli Uffici regionali, emerge la mancanza di una strategia volta a raggiungere obiettivi condivisi; in particolare, è evidente il persistere di produzioni i cui ambiti di applicazione possono non essere sufficientemente così ampi da poter essere utilizzate a fini multipli.

È fuori di dubbio che la mancanza di una unicità di indirizzi e metodologie possa attribuirsi alla frammentazione di competenze tecnico-amministrative nell’ambito dello stesso organismo



regionale e alla radicata consuetudine di non facilitare l'approccio interdisciplinare; tuttavia, l'impulso che offre la non eludibile applicazione della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004, insieme al sostegno fornito dal P.O. FESR 2007-2013, costituiscono una valida e irrinunciabile incentivazione a realizzare quel raccordo e quella integrazione indispensabili ad una efficiente ed efficace azione regionale volta alla mitigazione dei rischi a vantaggio dell'integrità della popolazione e dei beni antropici e ambientali.

Per le attribuzioni derivanti dall'art. 12, comma 2, della Legge n. 225/92, dall'art. 108, comma 1, punti 1 e 3, del Decreto Legislativo n. 112/98, dall'art. 2 della Legge Regionale n. 14/98 e dalla deliberazione della Giunta Regionale n. 530/2006, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha le competenze nella predisposizione di documenti di programmazione e di indirizzo in tema di protezione civile.

In ragione di quanto sopra, nel presente documento vengono delineati gli indirizzi regionali per soddisfare i fabbisogni della Regione in tema di studi e cartografie di base per la redazione dei piani di protezione civile.

2. DEFINIZIONI E REQUISITI

La predisposizione di un piano di protezione civile si articola attraverso tre momenti:

1. l'individuazione degli scenari di evento
2. l'individuazione degli scenari di rischio
3. la definizione del modello di intervento.

L'individuazione degli scenari di evento presuppone la conoscenza del modo in cui i fenomeni si manifestano; nel caso di eventi naturali, è evidente che esiste un ampio margine di indeterminatezza legato alle caratteristiche intrinseche dei “motori” degli eventi:

- quelli meteorologici, influenzati da numerosi fattori (pressione atmosferica in quota e al suolo, temperatura dell'aria in quota e al suolo, temperatura del mare, orografia, umidità, venti, ecc) la cui reciproca interazione può portare a effetti diversi;
- quelli sismici, legati allo sviluppo di forze endogene per lo più sconosciute;
- quelli vulcanici, anch'essi connessi a equilibri geologici di cui non si ha piena cognizione.

Questo tipo di attività riguarda la previsione dei rischi, così come disciplinata dalla Legge n. 225/92, art. 3, comma 2, che così recita:

“La previsione consiste nelle attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi.”

La definizione degli scenari di rischio è legata all'individuazione e all'opportuna classificazione dei beni potenzialmente coinvolti dagli eventi dei quali è stato riconosciuto lo scenario di accadimento. Tale fase della pianificazione di protezione civile attiene alla prevenzione del rischio e, insieme al modello di intervento (“chi fa che cosa”), è consequenziale alla prima in quanto i contenuti possono cambiare in funzione del tipo di rischio e dello scenario associato; infatti, l'art. 3, comma 3, della Legge 225/92 così recita:

“La prevenzione consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verificano danni conseguenti agli eventi di cui all'articolo 2 anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.”

La Direttiva P.C.M. del 27/02/2004, nell'organizzare il sistema nazionale e regionale delle allerte, definisce la prevenzione come quella fase “costituita dalla valutazione, sostenuta da una adeguata modellistica numerica, della situazione meteorologica, nivologica, idrologica, idraulica e geomorfologica attesa, nonché degli effetti che tale situazione può determinare sull'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente”.



Le attività di cui sopra sono finalizzate all'emanazione, da parte del Centro Funzionale Decentrato, degli Avvisi di Criticità predisposto in base alla previsione degli eventi e dell'impatto atteso sul territorio.

Agli Avvisi di Criticità segue l'emanazione degli stati di allerta che sono comunicati che mettono in guardia gli Enti Locali affinché possano essere predisposte per tempo tutte quelle azioni di prevenzione ritenute utili e necessarie per la mitigazione di rischi.

E' evidente che queste attività possono svolgersi in maniera corretta solo se si dispone di strumenti di conoscenza del territorio adeguati ad analizzare le possibili fenomenologie che in esso si esplicano.

I prodotti relativi agli studi e alle cartografie di base e tematiche con finalità di protezione civile devono avere requisiti ben distinti, cioè devono contribuire a determinare gli scenari di rischio. Ciò vuol dire che, nell'ottica di quanto stabilito nella Direttiva P.C.M. del 27/02/2004, occorre orientare le applicazioni verso tematiche in grado di fornire risposte precise.

Poiché i criteri per affrontare gli argomenti possono essere diversi in funzione delle teorie che sorreggono i diversi argomenti, pare necessario che a livello regionale si stabiliscano alcune metodologie di base che permettano un approccio omogeneo nelle analisi di rischio.

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico e idraulico, i Piani per l'Assetto Idrogeologico hanno fornito un inquadramento generale spingendosi a individuare le aree a pericolosità e rischio in funzione di criteri che hanno il loro fondamento nella salvaguardia e uso del territorio. Non a caso le norme di salvaguardia specificano le condizioni per le quali determinate azioni (di natura prevalentemente urbanistica) possono essere attuate.

Tuttavia, in questi ultimi anni gli eventi che si sono succeduti in Italia hanno mostrato alcuni limiti nelle impostazioni metodologiche che sono alla base dei PAI tanto che il Presidente del Consiglio dei Ministri, nell'ambito degli strumenti di indirizzo nazionali in tema di previsione e prevenzione, ha emanato i seguenti atti:

- ◆ Il comunicato del 27 ottobre 2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri recante: “Indirizzi operativi per fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connessi a fenomeni idrogeologici e idraulici”, pubblicato sulla G.U. n. 259 del 7 novembre 2006, che, nel richiamare il ruolo delle Regioni per l'attuazione del sistema di allertamento nazionale e delle azioni di contrasto così come disciplinati dalla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004, con particolare e prioritario riferimento alla costituzione dei presidi territoriali, sollecita le amministrazioni regionali e locali a porre in essere tutte quelle azioni strutturali e non strutturali miranti alla mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico nell'ambito del più esteso sistema di protezione civile. Il testo del comunicato, tra l'altro, evidenzia che “*gli strumenti di pianificazione quali i Piani stralci di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) danno indicazioni che, per quanto necessarie, non risultano tuttavia sufficienti all'azione di protezione civile, sia in quanto non possono includere situazioni localizzate di criticità, sia perché si riferiscono a scenari di pericolosità severi con frequenza di accadimento più che decennale.*”

È necessario, pertanto, che tutte le amministrazioni competenti, sia a livello centrale che periferico, possano concorrere ad uno sforzo comune che favorisca l'attuazione dei succitati Piani e promuova l'identificazione e la risoluzione delle criticità apparentemente minori,

eppure così frequentemente ricorrenti su tutto il territorio nazionale. A tal fine è particolarmente urgente adeguare l'attuale assetto, nonché lo sviluppo urbanistico futuro, sia alle prescrizioni dei PAI che a tali scenari di più frequente pericolosità”.

- ◆ La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 ottobre 2007 recante “Indirizzi operativi per prevedere, prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connesse a fenomeni idrogeologici e idraulici” richiama la necessità di integrare le informazioni dei PAI:

“L’attenzione sarà prioritariamente rivolta ai territori esposti a situazioni di rischio elevato e molto elevato, con particolare riguardo alle aree recentemente percorse dal fuoco, nella consapevolezza che non si potrà tenere conto esclusivamente delle sole indicazioni contenute nei Piani stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico (PAI), in quanto non sufficienti alla pianificazione di protezione civile, anche per l’assenza di riferimento agli scenari di pericolosità, e quindi di criticità, più frequenti e localizzati.

È bene infatti ricordare che ancora recentemente la pericolosità e i danni maggiori si sono manifestati a seguito di eventi anche non particolarmente intensi ma localizzati in aree fortemente urbanizzate e vulnerabili, ancorché limitate, le cui cause sono senza dubbio da imputare anche all’inadeguatezza e alla mancata manutenzione del reticolo idrografico urbano e secondario, nonché ad uno sviluppo urbanistico spesso non adeguato, né controllato”.

- ◆ La nota del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 255 del 27 ottobre 2008 (Indirizzi operativi per prevedere, prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connesse a fenomeni idrogeologici e idraulici) nella quale si legge:

“(…) L’attività di pianificazione di protezione civile sarà prioritariamente rivolta ai territori esposti a situazioni di rischio elevato e molto elevato indicate dai Piani stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico (PAI) messi a punto dalle Autorità di bacino. Si tratta, però, di un patrimonio di informazione che deve essere comunque sostenuto da una attività di aggiornamento senza la quale perderebbe in breve tempo la propria efficacia, soprattutto per quanto attiene alle finalità di protezione civile. Occorre inoltre ricordare che gli stessi Piani, orientati alla gestione del rischio a scala di bacino e su orizzonti temporali di lungo periodo, non consentono il livello di dettaglio necessario alla pianificazione di protezione civile che, come è noto, si esplica spesso su scenari fortemente concentrati nel tempo e nello spazio.

La gestione del rischio idrogeologico (...) relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, richiede uno spettro composito e sinergico di interventi strutturali e non strutturali. Il ruolo della azione di protezione civile, in questo contesto, è pilastro strategico e ineludibile (...).

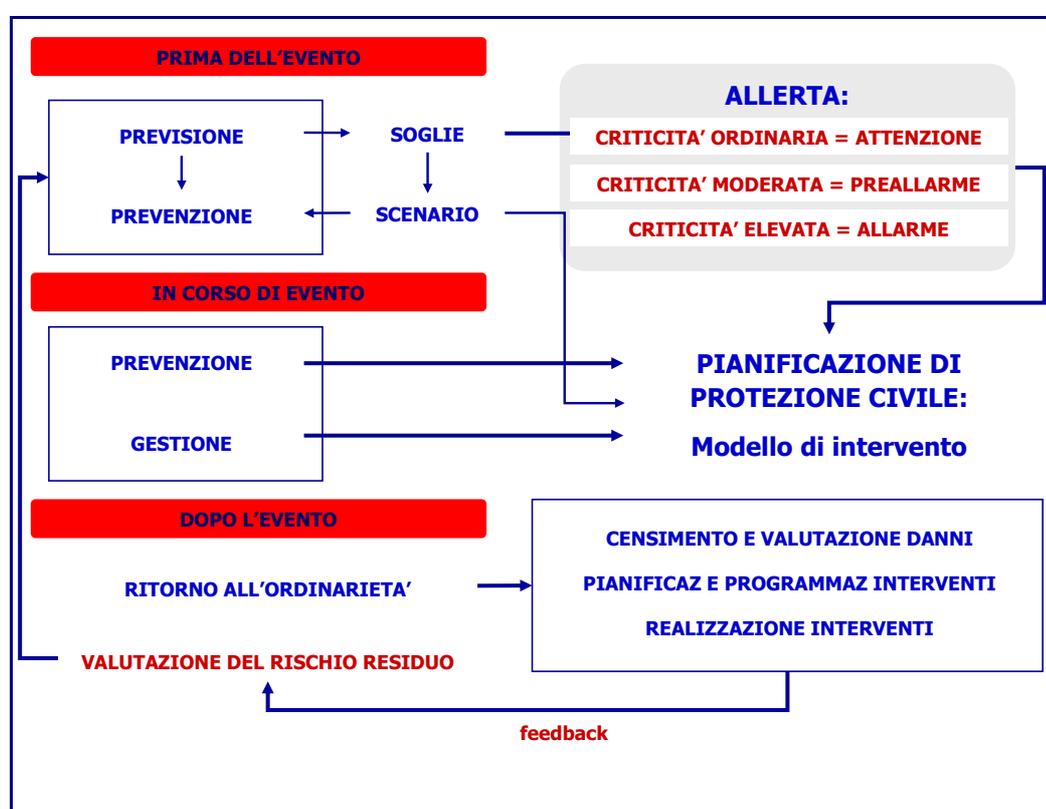
(...) Resta comunque strategica la piena attivazione dei presidi territoriali, ineludibile strumento di vigilanza sul territorio e di intervento tecnico, indispensabile per fronteggiare le situazioni di criticità ordinaria conseguenti a fasi temporalesche intense, ancor oggi di difficile prevedibilità.

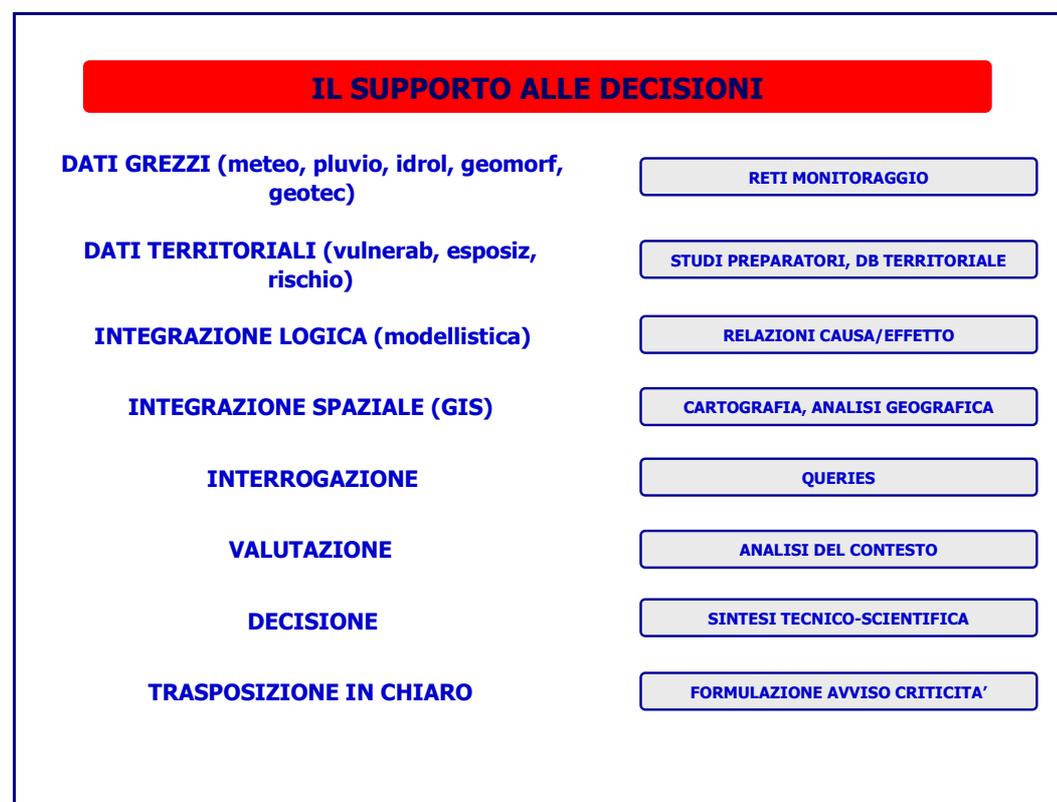
(...) In tale contesto ritengo quanto mai urgente che ciascuna Regione, disponendo dei necessari elementi di conoscenza relativi ai rischi (...) svolga un’azione di indirizzo e di sostegno per i Sindaci, aiutandoli ad individuare le azioni prioritarie da porre in essere

soprattutto in situazioni di criticità e di emergenza non previste, con l'obiettivo primario di salvaguardare l'incolumità dei propri cittadini (...)"

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, risulta evidente che gli interventi devono essere orientati verso quelle attività di censimento e analisi territoriale che permettano di acquisire una buona conoscenza del territorio così da poter relazionare gli stati di allerta, emanati in occasione della previsione di eventi meteo significativi, con le più opportune e incisive azioni di mitigazione e contrasto dei relativi effetti al suolo, per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità.

Nel seguito viene formulato un piano degli interventi di attuazione della Linea di intervento 2.3.1.6 del P.O. FESR 2007-2013 che risponde alla strategia di previsione e prevenzione dei rischi per la protezione civile schematizzata nelle figure che seguono.





IL DATA BASE TERRITORIALE**GEO-DATABASE TEMATICI:**

Cartografia vettoriale di base
Cartografia raster di base
Infrastrutture
Servizi
Popolazione e patrimonio abitativo
Emergenza
Vincoli ambientali
Cartografia per analisi degli hazard

UNIFORMITA' DI:

- Georeferenziazione
- Classificazione dell'informazione
- Codifica degli attributi

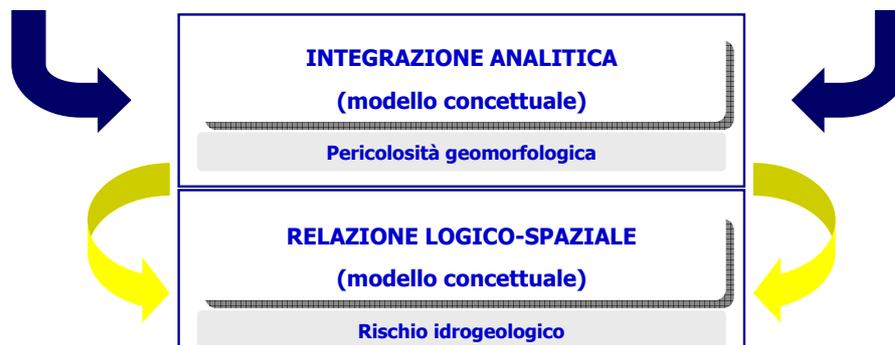
- Sismico
- Idrogeologico
- Vulcanico
- Incendi boschivi
- Industriale
- Telecomunicazioni

**IL SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO IDROGEOLOGICO
PER IL CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO****DATI TERRITORIALI DI BASE 1**

- Isoipse+quote > pendenze > raster indicizzato
- Geologia > litologia > raster indicizzato
- Vegetaz+Uso del suolo > raster indicizzato
- Dati meteo > spazializzaz > raster indiciz.

DATI TERRITORIALI DI BASE 2

- Elementi antropici (rete viaria, popolazione, centri abitati, servizi, aree di p.c., ecc)
- Dissesti geomorfologici
- Idrografia



3. PRODOTTI

La cartografia di base e tematica è un campo di applicazione estremamente specialistico e occorre, in questa sede, chiarire quali sono i fabbisogni nell'ottica della protezione civile, cioè connesse alla elaborazione degli **scenari di evento e di rischio** che costituiscono i basilari presupposti per una corretta pianificazione di emergenza comunale e/o intercomunale. A loro volta, gli scenari di evento presuppongono approfondimenti necessari a livello regionale in quanto i fenomeni di innesco hanno estensione tale da coinvolgere più territori.

I fenomeni che vengono studiati ai fini di pervenire agli scenari di evento hanno una stretta attinenza con il territorio, con le sue caratteristiche geologiche e tessiturali, vegetazionali e altimetriche.

Al riguardo, occorre fare qualche considerazione generale.

Se ci si riferisce all'ambiente fisico, i dati che sono necessari per effettuare qualunque analisi territoriale sono la base topografica, le carte tematiche e gli studi di approfondimento.

La base topografica è una rappresentazione del terreno, più o meno (in funzione della scala) arricchita di dettagli (quote, strade, centri abitati, vegetazione, ecc). Tale "carta" viene in genere utilizzata per sovrapporvi dati di interesse (per esempio, piani regolatori, censimenti, carte geologiche, carte della vegetazione, ecc); tuttavia, essa contiene informazioni che rappresentano caratteristiche intrinseche del territorio quali l'altimetria e l'idrografia.

Affinché i dati intrinseci possano essere utilizzati, occorre che i prodotti di base abbiano requisiti specifici: l'altimetria "disegnata" con le curve di livello fornisce indicazioni visuali, ma è la banca-dati alfa-numerica che permette di effettuare elaborazioni analitiche (per esempio, pendenza dei versanti e loro esposizione), possibili solo se si dispone di una base digitale dalla quale estrarre le quote per ogni singolo elemento preso come riferimento (maglia).

A sua volta, la maglia dipende dall'altezza di ripresa del volo che è una scelta che viene fatta a monte, in fase di progettazione della campagna di ripresa, in funzione del tipo di dettaglio che si vuole ottenere. Se il volo di ripresa viene eseguito per restituire carte in scala 1:10.000, i dettagli numerici per elementi dell'ordine della decina di metri contengono errori in altezza che potrebbero non essere compatibili per il tipo di analisi da effettuare: per esempio, un rilievo altimetrico finalizzato alla definizione delle zone esondabili nei pressi di un corso d'acqua, dove le pendenze sono molto basse, non può avere un errore di altitudine di un metro in quanto ciò significherebbe dover considerare esondabili aree molto più grandi o molto più piccole del dovuto.

Analogamente, un rilievo altimetrico per i fenomeni geomorfologici o tettonici deve avere caratteristiche specifiche in funzione di ciò che si vuole osservare: per esempio, in occasione dei fenomeni delle Maccalube di Caltanissetta (agosto 2008) è stato necessario effettuare un rilievo LIDAR ad alta definizione (scala 1:1.000) per osservare le fratture sul terreno associate alla manifestazione che ha comportato la calamità naturale.

Ne consegue che la base cartografica deve essere realizzata in funzione dell'utilizzo e del dettaglio che si vuole (o deve) ottenere.



La carte tematiche rappresentano aspetti specifici del territorio; a loro volta esse possono essere il risultato di studi e rilievi specifici (geologia, litologia, geomorfologia, vegetazione) che mostrano con opportuni simbolismi (o colori o tratteggi) caratteristiche peculiari del territorio, o di aggregazioni di elementi già contenuti nella carta di base (poli industriali, centri abitati eventualmente distinti per popolazione o estensione, ecc).

Anche in questo caso, occorre evidenziare che una informazione, se deve essere trattata dal punto di vista analitico (per avviare gli appositi algoritmi di analisi dei rischi), deve avere una determinata impostazione, cioè deve poter rispondere alle necessità dell'analisi: un formato cartaceo è ovviamente non idoneo, così come un formato digitale non georeferenziato, ma anche classificazioni non rispondenti ai criteri di base imposti dalle varie teorie possono risultare del tutto inutili.

Nell'ottica di fornire al Centro Funzionale Decentrato gli strumenti idonei di valutazione dei rischi, il presente Piano finalizza gli interventi all'elaborazione di:

- A) Strumenti con **applicazioni multi-tematiche**, nel senso che possono essere utilizzati per diversi tipi di applicazione (studi, analisi, pianificazione) che richiedano una informazione di base (in questo caso, standardizzata);
- B) Un prodotto di sintesi (la **carta regionale della suscettibilità da frana**) che, a sua volta, rappresenta uno degli elementi fondamentali delle procedure analitiche che permettono la **previsione dei fenomeni franosi**, attività per la quale è preposto il Dipartimento della Protezione Civile, quale organo della Regione presso il quale è incardinato il Centro Funzionale Decentrato ai sensi della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004 e della deliberazione della Giunta Regionale di Governo n. 530/2006.

Per le applicazioni che vanno sviluppate per giungere a compiute analisi di previsione e prevenzione dei rischi, occorre che gli elaborati abbiano precise caratteristiche che, tra l'altro, rispondono ad altrettante precise esigenze (vedasi Specifiche Tecniche in Allegato).

Solo per fare qualche esempio, si considerino le osservazioni seguenti:

1. Analisi dei rischi: valutazione dei beni esposti. Occorrono informazioni, di immediata consultazione, in ordine alla natura dei beni quali: strade (denominazione, collegamenti, caratteristiche strutturali, nodi, ecc), edifici (pubblici/privati, abitati/non abitati, ecc), popolazione (numero, distribuzione territoriale, classificazione in fasce di età, ecc) e così via. Tali informazioni non può darle l'attuale produzione della cartografia regionale che è stata concepita per altri scopi.
2. Analisi dei rischi: valutazione della pericolosità. La pericolosità è una termine che esprime la probabilità che un evento di una certa natura si manifesti in un dato luogo e in un certo tempo. E' un'analisi che necessita di dati quali: i corsi d'acqua (intesi quali elementi vettoriali con una organizzazione gerarchica), la pendenza dei versanti (espressa in termini quantitativi su unità territoriali di riferimento), la litologia (classificata secondo logiche che possano essere funzionali ad analisi successive) e così via. I dati devono essere tali da poter essere aggregati o disaggregati in funzione degli algoritmi utilizzati per le analisi di rischio. Anche in questo caso, nessun elaborato di base o tematico predisposto dalla Regione risponde a tali esigenze.

Nel seguito verranno discussi i singoli interventi che possono così riassumersi.



Cartografie di base e tematiche.

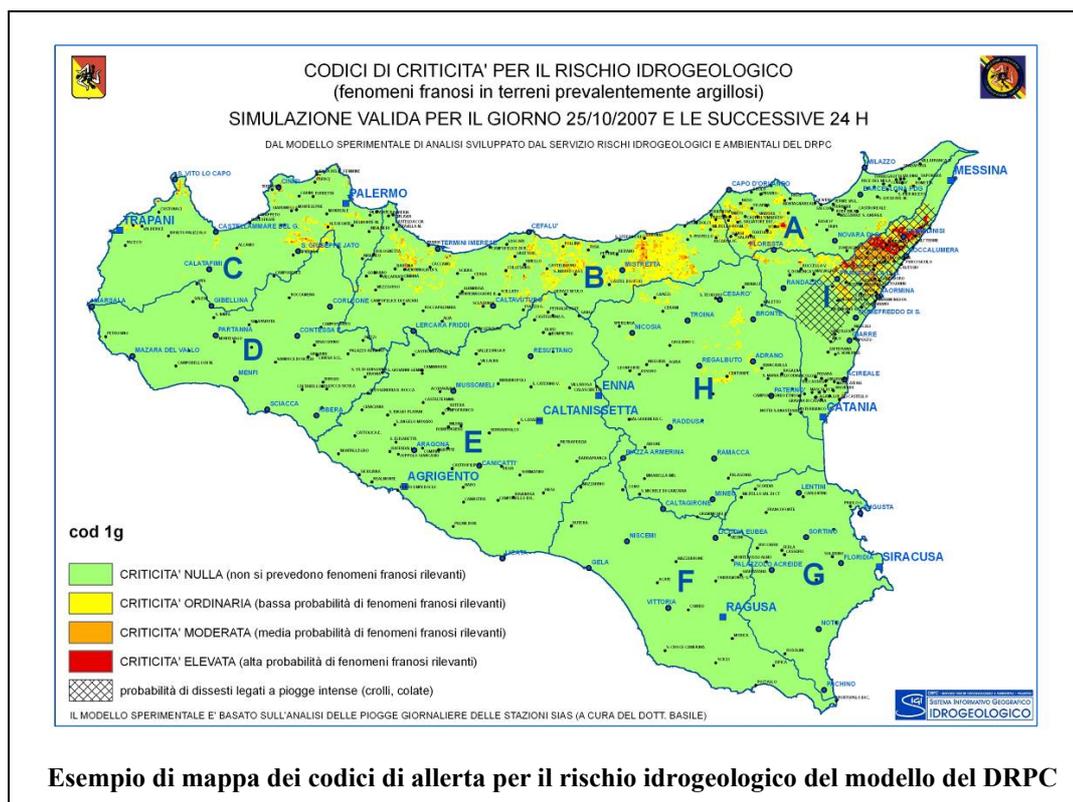
- Carta litologica (data-base alfa-numeric)
- Carte di elaborazione da DTM (data-base alfa-numeric)
- Tracciamento reti di drenaggio, delle infrastrutture e dei centri abitati (data-base alfa-numeric)
- Rilievi altimetrici numerico-digitali (LIDAR) in aree a rischio geomorfologico e idraulico

Studi di dettaglio e di sintesi.

- Banca-dati di inventario delle frane e dei nodi a rischio idraulico (criteri DRPC)
- Banca-dati delle informazioni meteo-climatiche
- Rilievi di dendro-cronologia geomorfologica
- Analisi multiparametrica in siti campione (metodi statistici: reti neurali) e sintesi regionale con predisposizione della **carta della suscettibilità al dissesto geomorfologico**.

L'elaborato finale costituirà la base informativa perché il software di previsione delle frane, messo a punto da G. Basile (DRPC – Servizio RIA) nell'ambito delle attività del Centro Funzionale Decentrato, possa funzionare correttamente.

Il software esamina il regime pluviometrico delle stazioni in un determinato periodo (dall'inizio dell'anno idrologico), lo confronta con le piogge previste e valuta se vengono superate le soglie critiche di innesco precedentemente determinate con un'analisi statistica. Quindi corregge i codici di allerta in funzione della suscettibilità al dissesto, per il momento determinata sulla base di prodotti (litologia e pendenze dei versanti) ritenuti non soddisfacenti per il grado di dettaglio e precisione.



3.1 L'elaborato "LITOLOGIA"

Per "carta litologica" si intende una rappresentazione grafica, sovrimposta alla base topografica, delle Unità e Formazioni Geologiche che faccia riferimento alla natura delle Rocce piuttosto che alle reciproche relazioni strutturali e stratigrafiche.

Solo per fare un esempio:

l'Unità di Longi-Taormina è una successione di Formazioni Geologiche costituite da: Flysch di Frazzanò, "Scaglia", Calcari marnosi in facies di "Biancone", Radiolariti e "Rosso Ammonitici", alternanza calcareo-marnosa in facies di "Medolo", Calcari e Dolomie, Arenarie e conglomerati in facies di "Verrucano", Metamorfiti. Le Formazioni vengono riconosciute tali in funzione dell'Era Geologica in cui esse si sono formate e del relativo contesto paleo-geografico che, a sua volta, ha comportato la sedimentazione di determinate successioni. Nella Carta Litologica, invece, vanno distinte le singole associazioni (Flysch in facies prevalentemente arenacea o argillosa, Calcari, Metamorfiti, ecc) in maniera tale da presupporre, con una ragionevole logicità, di poter attribuire comportamenti simili alle sollecitazioni indotte dal dinamismo geomorfologico, dai processi di ruscellamento e infiltrazione delle acque di pioggia (idrogeologia) e dalla risposta sismica locale (microzonazione).

L'attuale dotazione di cartografia tematica nella Regione Siciliana (PAI) riporta una elencazione di unità litologiche che comporta due ordini di problemi:



1. l'associazione tra descrizione e natura del terreno, non sempre realizzabile per mancanza di sufficienti indicazioni;
2. il grado di definizione, cioè l'accuratezza del dettaglio in rapporto alla scala di rappresentazione.

Un prodotto più evoluto è rappresentato dalle seguenti carte tematiche realizzate nell'ambito del Programma Europeo INTERREG IIIB – ARCHIMED, Progetto SyNaRMa (Information System for Natural Risk Management in the Mediterranean) – Work-Package 2, Action 3 (Thematic Mapping of Susceptibility to mass movements) di cui ai sottoelencati riferimenti bibliografici:

- Rasà R., Puglisi C., Tripodo A., Pino P., Leoni G. (2007): Susceptibility of lithotypes and/or lithological complexes to mass movements in Sicily – Analytic Map;
- Rasà R., Puglisi C., Tripodo A., Pino P., Leoni G. (2007): Susceptibility of lithotypes and/or lithological complexes to mass movements in Sicily – Synthetic Map.

Tuttavia, in questo caso, gli elaborati sono troppo tecnici per poter essere adoperati compiutamente nell'ambito delle analisi degli scenari di rischio da predisporre in ambito di pianificazione di protezione civile e, per di più, i criteri di classificazione sono diversi da quelli adoperati nelle analisi connesse alla previsione dei fenomeni di natura idrogeologica che il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha in corso di sviluppo e, ancora, non sono disponibili i formati vettoriali.

Pertanto, per conformare il contenuto della carta litologia ai criteri di analisi più in uso in ambito di previsione dei rischi per la protezione civile occorre predisporre un elaborato (in questo caso, di natura alfa-numerica così da poter essere utilizzabile all'interno delle procedure informatiche dei Sistemi Informativi Territoriali) rispondente a requisiti peculiari (vedi Specifiche Tecniche).

Utilizzi:

- Studi di previsione in geomorfologia applicata (ambiti regionale e locale)
- Studi di previsione in ambito idraulico (ambiti regionale e locale)
- Studi a supporto della pianificazione territoriale (ambito regionale e locale)
- Analisi dei rischi (incroci litologia/reti, litologia/centri abitati, litologia/dissesti)

3.2 Gli elaborati derivati dall'altimetria digitale

I prodotti in questione rappresentano derivazioni dell'altimetria, caratteristica intrinseca del territorio, e sono frutto di elaborazioni analitiche; in particolare, ci si riferisce a quelle procedure numeriche per la determinazione di parametri quali le pendenze, l'orientamento e rapporti di curvatura dei versanti.

Tali tematismi sono di fondamentale importanza in tutte le applicazioni che concernono l'analisi dei rischi di natura idrogeologica e idraulica, nonché di quelli relativi agli incendi boschivi.



Le elaborazioni richiedono strumenti informatici (hardware e software) di discreta potenza e affidabilità e, soprattutto, di una base altimetrica (digitale) predisposta con requisiti specifici.

Nell'ambito delle attività della Linea di intervento, si ritiene che i tematismi possano essere sviluppati, in maniera sufficientemente soddisfacente per applicazioni a piccola scala, a partire dalla recente produzione digitale effettuata dal Dipartimento Urbanistica dell'Assessorato Territorio e Ambiente, previa acquisizione dei prodotti numerici originali.

Tuttavia, poiché dall'acquisizione ad oggi si sono verificati in Sicilia movimenti franosi anche imponenti, si ritiene utile effettuare aggiornamenti ad elevata risoluzione al suolo (0,10 m) di porzioni locali di territorio al fine di poter avere un raffronto tra la situazione “ante” e quella “post” evento.

Parimenti, è diventato ormai indispensabile il possesso di strumenti di analisi adeguati per la rappresentazione delle aree di esondazione a valle delle dighe di ritenuta e una aggiornata cartografia di dettaglio assume, in questo caso, un ruolo primario nella pianificazione di protezione civile in quanto, assunti validi i procedimenti analitici per il calcolo delle onde di piena, rimane da definire il contorno delle esondazioni che dipende dalla morfologia delle zone vallive.

La predisposizione di elaborati di tipo alfa-numerico (utilizzabili nell'ambito dei Sistemi Informativi Territoriali) consente anche post-processi analitici per il calcolo di altri parametri strettamente connessi all'andamento orografico quali parametri di ingresso di taluni tipi di analisi territoriale in tema di rischio geomorfologico (tg α/A , convessità/concavità, ecc).

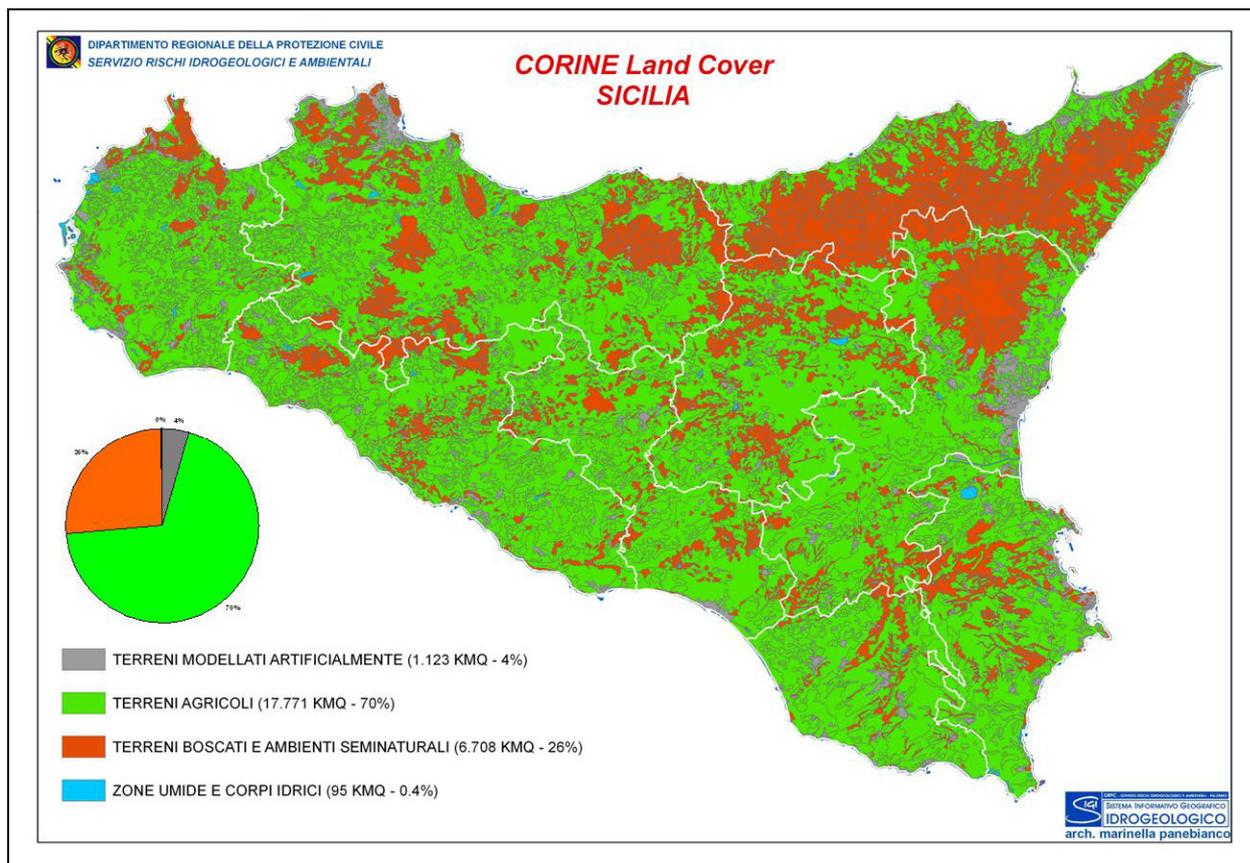
Utilizzi:

- Analisi dei rischi (incroci pendenza/litologia, pendenza/dissesti, esposizione/dissesti)
- Studi di previsione in geomorfologia applicata (ambiti regionale e locale)
- Studi di previsione in ambito idraulico (ambiti regionale e locale)
- Studi di previsione per il rischio di incendi di interfaccia (ambito locale)
- Studi a supporto della pianificazione territoriale (ambito regionale e locale)

3.3 La carta dell'uso del suolo

Il tema dell'uso del suolo interviene in tutte quelle elaborazioni che devono valutare il ruolo dell'utilizzazione del territorio nei confronti di taluni fenomeni di natura idrogeologica e idraulica e, ancora una volta, per quanto attiene il rischio di incendi boschivi e di interfaccia.

Ai fini di Protezione Civile, si ritiene soddisfacente la produzione offerta dal Progetto “*Corine Land Cover*” della quale nella figura seguente si mostra una rappresentazione di sintesi.



Una pratica applicazione delle informazioni del “Progetto Corine” può essere quella della associazione tra classi di uso del suolo e valori-indice per l’utilizzo del metodo del Curve Number in ambito di studi idraulici, come mostrato nella tabella seguente.



CODICE CORINE	TIPO DI COPERTURA	CLASSE DI UMIDITA' II			
		CN (A)	CN (B)	CN (C)	CN (D)
111	tessuto urbano continuo	89	92	94	95
112	tessuto urbano discontinuo	77	85	90	92
121	area industriale o commerciale	81	88	91	93
122	rete stradale e ferroviaria e spazi accessori	98	98	98	98
123	area portuale	98	98	98	98
124	aeroporto	98	98	98	98
131	area estrattiva	72	82	87	89
132	discarica	81	88	91	93
133	cantiere	77	86	91	94
141	area verde urbana	39	61	74	80
142	area sportiva e ricreativa	39	61	74	80
211	semintivo in area non irrigua	72	81	88	91
221	vigneto	72	81	88	91
222	frutteto e frutti minori	62	71	78	81
223	oliveto	72	81	88	91
231	prato stabile	30	58	71	78
241	coltura annuale associata a coltura permanente	30	58	71	78
242	sistema culturale e particellare complesso	68	79	86	89
243	area occupata da colture agrarie con presenza di spazi naturali	45	66	77	83
244	area agroforestale	45	66	77	83
311	bosco di latifoglie	45	66	77	83
312	bosco di conifere	36	60	73	79
313	bosco misto	25	55	70	77
321	area a pascolo naturale e prateria d'alta quota	68	79	86	89
322	brughiere e cespuglieti	49	69	79	84
323	area a vegetazione sclerofilla	39	61	74	80
324	area a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	36	60	73	79
331	spiaggia, dune, letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio	80	85	90	95
332	roccia nuda, falesia, rupe, affioramento	72	82	87	89
333	area con vegetazione rada	30	58	71	78
334	area percorsa da incendi	30	58	71	78
411	palude interna	100	100	100	100
421	palude salmastra	100	100	100	100
422	salina	100	100	100	100
511	corso d'acqua, canale, idrovia (largh. min. 100 m)	100	100	100	100
512	bacino d'acqua	100	100	100	100
521	laguna	100	100	100	100



3.4 L'elaborato “RETI” e “CENTRI ABITATI”

Il “Rischio” viene convenzionalmente quantificato mediante il prodotto tra fattori che tengono conto della ricorrenza dei fenomeni naturali (la Pericolosità) e fattori che rappresentano i beni esistenti sul territorio (Esposizione e Vulnerabilità).

I modi con cui tali elementi vengono messi in reciproca interazione sono diversi in funzione degli approcci analitici che vengono seguiti; è comunque essenziale che vi sia la disponibilità di una base conoscitiva aggiornata e vettoriale, utilizzabile con software specifici, affinché possano essere eseguite tutte quelle più opportune “operazioni” che concernono oggetti grafici (relazioni topologiche).

La rete idrografica rappresenta uno dei più importanti tematismi in tema di analisi di pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici.

L'esperienza mostra come anche i piccoli bacini idrografici possono diventare estremamente pericolosi in caso di piogge intense e di breve durata che comportano piene improvvise (*flash floods*).

Affinché possano essere studiati tali fenomeni e, soprattutto, affinché possano essere analizzati gli effetti sul territorio per valutare le azioni più opportune di mitigazione dei rischi associati, occorre possedere una accurata e attendibile rappresentazione dei corsi d'acqua unita alla possibilità di interrogazione semplice o multipla.

Come nel caso già discusso della Carta delle pendenze, la dotazione ufficiale della cartografia della Regione Siciliana è “pensata” per un utilizzo rivolto alla sola rappresentazione cartografica piuttosto che a quello della interrogazione per fini multipli; infatti, è facilmente riscontrabile che le aste dei corsi d'acqua sono interrotte in corrispondenza di strade o di centri abitati. Anche quando esistono gli “strati nascosti” che rappresentano i tratti non visibili, è pur vero che questi sono separati fisicamente dal resto dell'oggetto “linea”; per di più, non sempre tutti i corsi d'acqua sono tracciati e comunque non sono disponibili gli attributi di testo che identificano il singolo torrente.

E' evidente che in questo modo risulta molto difficoltoso qualunque studio di natura idraulica per il quale, per esempio, occorre conoscere la lunghezza complessiva del corso d'acqua principale da monte alla sezione considerata, così come risulta impossibile stabilire dove si sia verificato un determinato problema segnalato durante la gestione di una emergenza, non disponendo del database degli attributi “denominazione”.

Anche per quanto riguarda le infrastrutture stradali, la cartografia ufficiale della Regione Siciliana non permette di utilizzare al meglio le proprie informazioni se non dopo lunghe procedure di *editing*, selezione e “*buffering*” alle quali, comunque, vengono sempre a mancare gli attributi conoscitivi (denominazione della strada, denominazione del centro abitato e relativo numero di abitanti, ecc).

Analogamente, per i centri abitati è necessario disporre di un documento di sintesi (spaziale-vettoriale) che permetta di avere informazioni che siano al contempo di rapida consultazione e con contenuti utili all'effettuazione di analisi di rischio (numero e distribuzione della popolazione).

Poiché tale tipo di attività ha dirette connessioni con i Sistemi di Database Spaziali, la cui competenza è attribuita ad altri rami dell'Amministrazione Regionale, a fini di protezione civile si



ritiene che si possa operare con l'obiettivo di poter implementare un Sistema Informativo Geografico che permetta di estrarre dati quali:

- ◆ intersezione rete idrografica - rete stradale;
- ◆ intersezione rete idrografica - centri abitati;
- ◆ intersezione rete stradale - carte tematiche (litologia, uso del suolo, pendenze versanti, ecc);
- ◆ intersezione centri abitati - carte tematiche (litologia, uso del suolo, pendenze versanti, ecc);
- ◆ intersezione acquedotti - carte tematiche - rete stradale;
- ◆ intersezione elettrodotti - carte tematiche - rete stradale.

3.5 L'utilizzo delle informazioni ai fini della pianificazione di p.c.

La pianificazione di protezione civile è uno strumento di sintesi nel quale vengono compendiate diverse conoscenze.

Infatti, perché il modello di intervento (“chi-fa-che cosa”, “dove e quando”) possa essere efficacemente attuato, occorre predisporre gli scenari di evento e gli scenari di rischio.

In questo senso, la Direttiva P.C.M. del 27/02/2004 e ss.mm.ii. pone particolare attenzione alle attività da svolgersi nel **tempo differito** e nel **tempo reale**:

- nel tempo differito:
 - il Centro Funzionale raccoglie ed elabora i dati per affinare le conoscenze delle criticità per addivenire a strumenti di previsione più attendibili;
 - la Protezione Civile potenzia il sistema di prevenzione per mezzo della formazione, della pianificazione e della diffusione di atti di indirizzo;
- nel tempo reale:
 - il Centro Funzionale aggiorna gli scenari di evento e di rischio e, di conseguenza, gli Avvisi di Criticità;
 - la Protezione Civile vigila affinché siano poste in essere, da parte delle strutture locali, tutte le azioni utili a fronteggiare le situazioni di criticità e coordina, se del caso, gli interventi in emergenza.

E' evidente che i fenomeni connessi al rischio idrogeologico hanno una portata che va ben al di là gli accadimenti locali: gli scenari di evento in un territorio comunale non possono esulare da quanto accade nell'intorno, sia dal punto di vista dell'andamento dei fenomeni meteorologici (che determinano l'innescio di frane e alluvioni), sia dal punto di vista degli effetti al suolo (le cui conseguenze possono, anche in modo indiretto, condizionare le normali attività socio-economiche di una singola località).

Appare pertanto del tutto prioritario che la Regione fornisca agli Enti Locali:

- da una parte, i prodotti derivanti da analisi specifiche a scala regionale (macro-scenari di evento che devono essere frutto di un orientamento unitario, specialmente se trattasi di

argomenti che presuppongono l'utilizzo di criteri di calcolo) affinché possano essere predisposte gli scenari di evento locali;

- dall'altra, gli strumenti che permettano di predisporre gli scenari di rischio (i dati territoriali e i criteri per utilizzarli).

Per quanto ancora oggi non vi sia una affermata e diffusa capacità di adoperare gli strumenti informatici, è indubbio che una strategia regionale finalizzata a favorire la pianificazione di protezione civile può ricavare indubbi vantaggi dall'utilizzo dei cosiddetti “**Strumenti di Supporto alle Decisioni**” che, per la quantità di informazioni da gestire, non possono che essere individuati nei Sistemi Informativi Geografici, a condizione che i dati siano adeguatamente organizzati.

Sebbene la possibilità di interrogare prodotti con temi diversi sia molto ampia in ragione degli obiettivi di settore che si vogliono raggiungere, di seguito vengono elencati alcuni esempi di incroci tematici e i rispettivi ambiti di applicazione nella pianificazione di protezione civile.

LAYER 1	LAYER 2	LAYER 3	LAYER 4	PRODOTTO	UTILIZZO
Litologia	Pendenza	Uso del suolo	Rete idrografica	Dissestabilità potenziale	Modellistica idrogeologica
Litologia	Pendenza	Uso del suolo	Rete idrografica	Coefficienti di deflusso	Modellistica idraulica
Litologia	Pendenza	Rete viaria		Vulnerabilità trasporti (multirischio)	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Litologia	Pendenza	Aree abitate		Vulnerabilità insediamenti per rischio idrogeologico	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Pendenza	Uso del suolo	Aree abitate	Rete viaria	Vulnerabilità insediamenti per rischio incendi di interfaccia	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Rete stradale	Rete idrografica			Individuazione nodi a rischio	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Rete idrografica	Aree abitate	Numero abitanti		Individuazione nodi a rischio. Popolazione esposta	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Rete stradale	Lifelines	Aree abitate	Numero abitanti	Individuazione criticità nelle forniture di servizi. Popolazione esposta	Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.
Rete stradale	Lifelines	Litologia		Vulnerabilità dei servizi (multirischio)	Studi di dissestabilità. Previsione e prevenzione - Presidi territoriali - Piani di p.c. - S.S.D.

S.S.D. = Sistemi di Supporto alle Decisioni

E' evidente che, per soddisfare le esigenze analitiche, i diversi tematismi devono avere le peculiari caratteristiche di cui si è discusso nei paragrafi precedenti e che, in sintesi, vengono richiamate nel seguente prospetto.



- A) Dati vettoriali dotati di attributo (nome dell'elemento, quantità riferita a un valore commensurabile);
- B) Dati georiferiti (il sistema di riferimento è quello adottato dalla Regione Siciliana, cioè il Gauss-Boaga, fuso Est);
- C) Dati classificati secondo criteri di valenza generale multi-obiettivo;
- D) Dati organizzati secondo gerarchie e procedure univoche affinché sia possibile la loro condivisione;
- E) Dati pubblici.

3.6 Censimenti e banche-dati

L'attività conoscitiva del territorio è presupposto imprescindibile per la predisposizione degli scenari di evento e di rischio e per le associate azioni di mitigazione.

Come è noto, i Piani per l'Assetto Idrogeologico predisposti dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente hanno effettuato un'ampia ricognizione individuando taluni dei più evidenti contesti di pericolosità e rischio geomorfologico e idraulico, utilizzando tuttavia criteri di valutazione non sempre rispondenti alle necessità di protezione civile.

Al riguardo, è già stato ricordato (Cap. 2) come anche la Presidenza del Consiglio dei Ministri, in più atti di indirizzo (Comunicato P.C.M. del 27 ottobre 2006, Direttiva P.C.M. del 5 ottobre 2007, nota del P.C.M. del 25 ottobre 2008) abbia evidenziato la necessità di integrare opportunamente le conoscenze adeguandole ai contesti di criticità più ricorrenti.

Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile, sin dal 2002, ha predisposto criteri di censimento più consoni, rispetto a quelli dei PAI, alle peculiari specificità dei propri compiti istituzionali e ha condotto direttamente le attività di rilevamento per il supporto alla pianificazione di protezione civile e anche per una generale validazione dei metodi di identificazione e classificazione dei rischi adoperati.

La scheda per il censimento e la classificazione dei fenomeni franosi: si tratta di un prodotto esclusivamente pensato per la Protezione Civile in quanto, a differenza di altri (IFFI, PAI), permette di individuare e valutare i diversi fattori che concorrono al calcolo del Rischio, e cioè la Pericolosità, la Vulnerabilità e il Danneggiamento. La procedura è del tutto innovativa e permette anche la determinazione del Rischio Specifico e del Rischio Totale. In fase di pianificazione, è uno strumento utile in quanto la scheda permette di approfondire le conseguenze, anche indotte, di un fenomeno franoso sul contesto socio-ambientale permettendo di selezionare i diversi beni coinvolti direttamente o indirettamente, la loro importanza e quindi gli effetti del loro danneggiamento, quando esistente. La scheda ha avuto diverse applicazioni in campo¹ e in ambito di ricerca universitaria².

¹ Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile, Servizio Sicilia Orientale – UOB XIV: *Studio del rischio idrogeologico con finalità di protezione civile nella Fascia Ionico-Etna*. A cura di G. Basile (2002)

Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile, Servizio Sicilia Orientale: *Relazione generale sull'emergenza idrogeologica 2002–2003 in provincia di Messina*. A cura di G. Basile, S. Cocina, B. Manfrè (2003)



La scheda per il censimento e la classificazione di nodi singoli a potenziale rischio idraulico: anche in questo caso, senza dover necessariamente effettuare studi e verifiche idrauliche, la scheda è pensata per un censimento speditivo e una classificazione del rischio di larga massima e tuttavia sufficiente a stabilire criteri di scelta in fase di pianificazione, per esempio per la collocazione dei “cancelli”. Le informazioni, che possono comunque essere approfondite in tempi successivi al rilievo, possono essere utilizzate anche per stabilire programmi di priorità in ordine agli interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria o agli interventi strutturali lungo i corsi d’acqua in prossimità degli attraversamenti viari o in altri punti considerati di rilevante interesse.

FRANE				IDRO			
PROV	TOTALE AL 2006	TOTALE AL 2007	TOTALE AL 2008	PROV	TOTALE AL 2006	TOTALE AL 2007	TOTALE AL 2008
AG	5	131	131	AG	8	42	42
CL	28	103	114	CL	6	35	42
CT	160	182	182	CT	265	289	289
EN	73	100	107	EN	1	13	13
ME	223	237	255	ME	7	7	16
PA	20	221	221	PA	0	2	41
RG	41	55	55	RG	237	400	400
SR	19	80	80	SR	11	56	56
TP	1	70	70	TP	1	40	40
	570	1179	1215		536	884	939

Se da una parte è lecito, sulla scorta dell’esperienza maturata, ritenere molto soddisfacenti i risultati in termini di riscontri, è tuttavia evidente che la molteplicità delle situazioni critiche esistenti nel territorio impone una integrazione delle conoscenze che può essere svolta solo da una struttura

Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile, Servizio Sicilia Orientale: *O.P.C.M. 3305/2003. Studio geomorfologico del bacino del torrente Rosmarino.* A cura di G. Basile, M. Panebianco (2004)

² **Univ. Medit. di Reggio Calabria, Dip. Sc. Amb. e Terr. – Regione Siciliana, Dip. Protez. Civile.** Master in Pianificazione Urbana e Territoriale: *Analisi della incompatibilità tra rete idrografica e sistema viario in prossimità dello svincolo di Fiumefreddo (CT), lungo la A18, finalizzata alla individuazione di proposte per la mitigazione del rischio.* Tirocinante: D. Bella. Docenti: P. Panuccio, G. Basile, M. Panebianco. A.A. 2002-2003

Univ. degli Studi di Messina, Facoltà di Sc. Mat., Fis. e Nat. Corso di Laurea in Analisi e Gestione dei Rischi Naturali e Antropici. Tesi di laurea: *La valutazione del rischio da frana nell’ambito delle attività di Protezione Civile mediante l’implementazione di un data-base dedicato ai Sistemi Informativi Territoriali.* Laureando: Angela Paratore. Relatori: G. Randazzo, G. Basile. A.A. 2003-2004

Seconda Univ. di Napoli, Facoltà di Sc. Ambientali – Regione Siciliana, Dip. Protez. Civile. Master Universitario di secondo livello in difesa del suolo e protezione civile: *Utilizzo di un criterio di censimento dei fenomeni franosi finalizzato alla gestione dei rischi in protezione civile.* Tirocinanti: G. Bonanno, S. Testa. Docenti: D. Ruperti, G. Basile, M. Panebianco. A.A. 2005-2006



tecnica in grado di razionalizzare e programmare opportunamente le attività al fine di ottenere un soddisfacente quadro dei locali contesti di criticità.

In considerazione del fatto che i sistemi idrografici spesso attraversano più territori provinciali, appare estremamente opportuno prevedere un coordinamento regionale affinché possa sostanzarsi quella necessaria “consapevolezza globale”, cioè a scala di bacino idrografico, che potrà permettere, grazie ad adeguati sistemi di supporto alle decisioni, di realizzare, insieme ai soggetti che saranno preposti, una accurata attività di monitoraggio preventivo e in corso di evento che, ai sensi della Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004, attiene alle specifiche competenze del Centro Funzionale Decentrato come di seguito, per memoria, riportato:

La **fase di previsione** è articolata in tre funzioni.

La prima è relativa alla assimilazione dei dati osservati e/o all'elaborazione della previsione circa la natura e l'intensità degli eventi meteorologici attesi.

La seconda è relativa alla previsione degli effetti che il manifestarsi di tali eventi dovrebbe determinare sul dominio territoriale attribuito a ciascun Centro Funzionale.

La terza è relativa alla valutazione del livello di criticità complessivamente atteso nelle zone d'allerta, ottenuto anche confrontando le previsioni elaborate con i valori delle soglie adottate.

Mentre la prima funzione può essere assolta anche con il concorso di Centri di Competenza, la seconda e la terza funzione devono essere assolte in via prioritaria da ogni Centro Funzionale, presso cui devono comunque risiedere le necessarie competenze e le specifiche attività tecniche di supporto alle decisioni.

La **fase di monitoraggio e sorveglianza** ha lo scopo, tramite la trasmissione, la raccolta e la concentrazione nei Centri Funzionali dei dati rilevati per le diverse finalità dalle diverse tipologie di sensori, nonché tramite le notizie non strumentali reperite localmente, di rendere disponibili informazioni che consentano sia di formulare e/o di confermare gli scenari previsti che di aggiornarli a seguito dell'evoluzione dell'evento in atto.

Tale attività di reperimento locale di informazioni anche non strumentali dovrà essere contemplata tra i compiti principali da attribuire ai presidi territoriali di cui ai punti successivi. Tale fase è articolata in quattro funzioni:

- la prima è relativa alla composizione e rappresentazione di dati meteo-climatici rilevati sia da piattaforme satellitari, radiosonde e sonde aerostatiche, che da stazioni strumentali e reti a terra;
- la seconda è relativa alla composizione e rappresentazione di dati idropluviometrici;
- la terza è relativa alla previsione a brevissimo termine sia dell'evoluzione dell'evento che dei relativi effetti attraverso il now casting meteorologico, cioè l'uso di modelli meteorologici ad area limitata inizializzati sulla base delle informazioni radar meteorologiche e pluvioidrometriche raccolte in tempo reale, e quindi di modelli idrologici-idraulici-idrogeologici, oppure attraverso il solo uso dei modelli idrologici- idraulici-idrogeologici inizializzati dalle misure pluvioidrometriche raccolte in tempo reale;
- la quarta è relativa alla verifica del livello di criticità in essere e previsto, attraverso il confronto delle misure rilevate con le soglie adottate e/o con eventuali notizie fornite da osservatori locali debitamente istruiti.

Mentre la prima, la seconda e la terza funzione possono essere assolte anche con il concorso di Centri di Competenza, la quarta funzione deve essere assolta esclusivamente da ciascun Centro Funzionale, presso cui devono risiedere le necessarie competenze e le specifiche attività tecniche di supporto alle decisioni, nonché tutte le altre informazioni provenienti dal territorio.

Insieme alla precedente, un'altra banca-dati ritenuta importante è quella dei dati climatologici storici. Infatti, qualunque approccio in tema di rischi idrogeologici e ambientali presuppone un'analisi di pericolosità (probabilità che un evento di una certa intensità si manifesti in un



determinato luogo) che, a sua volta, comporta lo studio statistico dei parametri climatici e, in particolar modo, di precipitazioni e temperature.

Fino ad ora, il reperimento dei dati si è basato su un lungo lavoro di ricerca dei valori riportati sugli Annali Idrologici. Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile, per alcune applicazioni, ha già predisposto la banca-dati delle intensità di pioggia, ma risulta indispensabile procedere a implementare altri parametri quali: le temperature (massime e minime), le piogge giornaliere, le massime precipitazioni per più giorni consecutivi.



3.7 Studi

L'argomento degli approfondimenti tematici abbraccia numerosi aspetti applicativi che possono essere messi a fuoco grazie alle esperienze maturate in questi anni dal Dipartimento Regionale della Protezione Civile in ordine alle attività di analisi dei rischi per la pianificazione di protezione civile.

Il cosiddetto Rischio Idrogeologico comprende vari ambiti delle scienze che sono spesso connessi tra loro; ad esempio, per quanto riguarda le frane, il contributo di diverse discipline è utile se non necessario: geotecnica, geofisica, analisi di immagini satellitari, geomorfologia, rilievi laser-scan ecc contribuiscono, talora insieme, a definire quel quadro conoscitivo indispensabile a calibrare nel modo più opportuno gli interventi strutturali e non strutturali di mitigazione.

Tra l'altro, non può non farsi riferimento a quanto contenuto negli Indirizzi nazionali e regionali in tema di previsione e prevenzione dei rischi e, in particolar modo, alla necessità di rendere pienamente operativo il Centro Funzionale Decentrato Multirischio (ex Dir. P.C.M. 27/02/2004 e deliberazione G.R. n. 530/2006) che deve, all'approssimarsi di particolari situazioni meteorologiche, emanare gli Avvisi di Criticità cui consegue l'emanazione delle allerte di protezione civile. Gli Avvisi di criticità per il rischio idrogeologico e per il rischio idraulico (**attività di previsione**) vengono predisposti sulla base degli effetti al suolo temuti a seguito delle precipitazioni. In particolare, il Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali (RIA) del Dipartimento Regionale della Protezione Civile viene individuato, nella deliberazione G.R. n. 530/2006, quale l'organismo tecnico che deve provvedere alla previsione del rischio geomorfologico.

A tal riguardo, pur con le inevitabili incertezze dovute all'assenza di dati di base attendibili e sufficientemente accurati, il Servizio RIA ha ideato e implementato un algoritmo per la previsione delle frane che necessita, però, di una carta della suscettibilità al dissesto basata su elementi certi quali, tra gli altri:

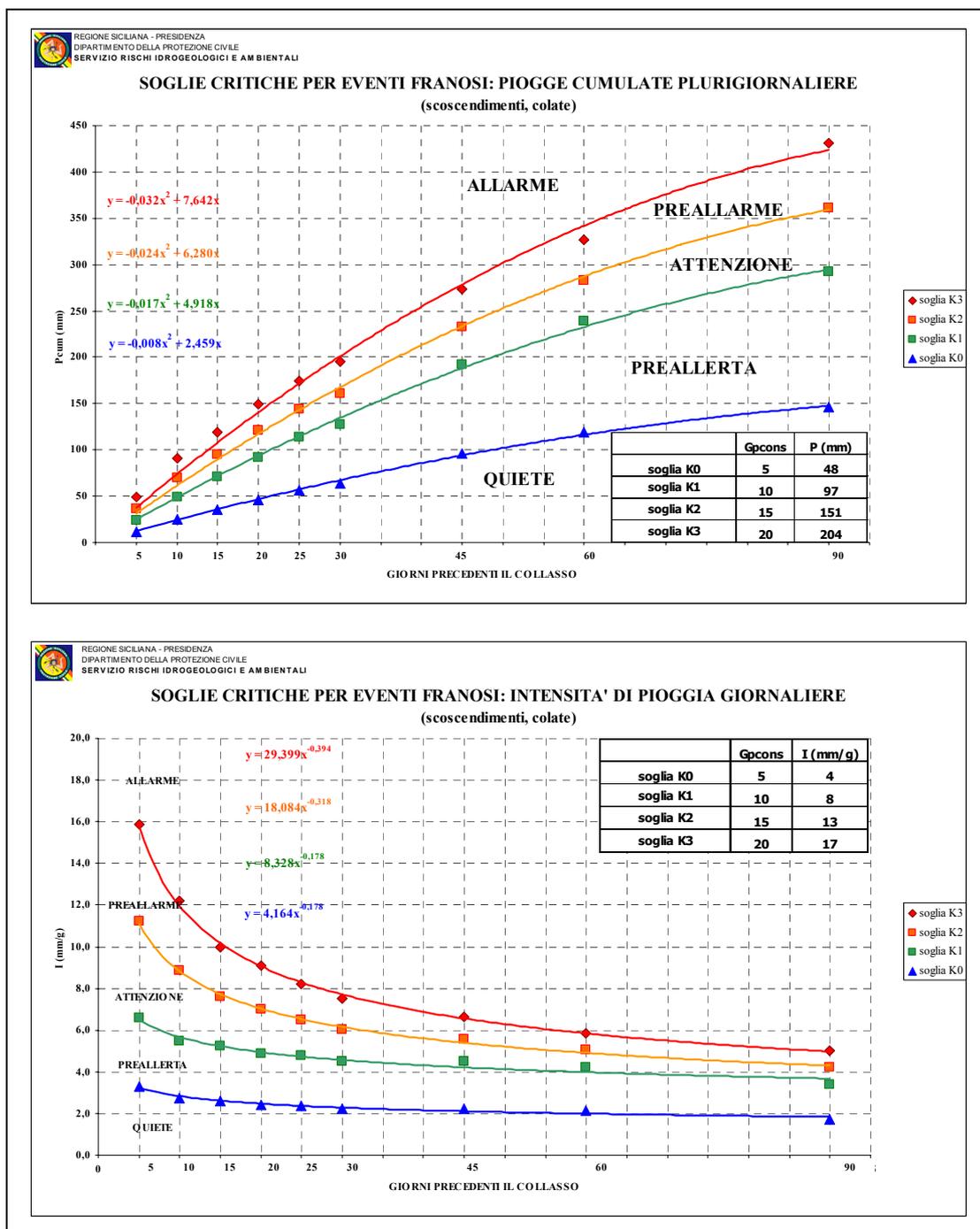
- un supporto di base con la litologia definita con criteri e con dettaglio diversi da quella attualmente disponibile nella Regione Siciliana;
- un supporto di base con i parametri geometrici dei versanti (pendenze, esposizione, convessità);
- un supporto di base costituito da informazioni sulla distribuzione dei dissesti e dei rischi associati;
- un supporto di base costituito da informazioni sulla consistenza delle reti di drenaggio, delle reti viarie e dei centri abitati.

Il codice di calcolo sviluppato dal Servizio RIA è basato sull'analisi di 57 eventi franosi accaduti negli ultimi 60 anni; per la limitatezza dei dati disponibili nonché per il tipo di informazione fornita dalle previsioni meteorologiche (piogge sulle 24 ore), la ricerca è stata orientata a quei fenomeni franosi che possono attivarsi a seguito di piogge cumulate pluri-giornaliere.

Tuttavia, anche in questo caso i dati sono pochissimi in quanto:

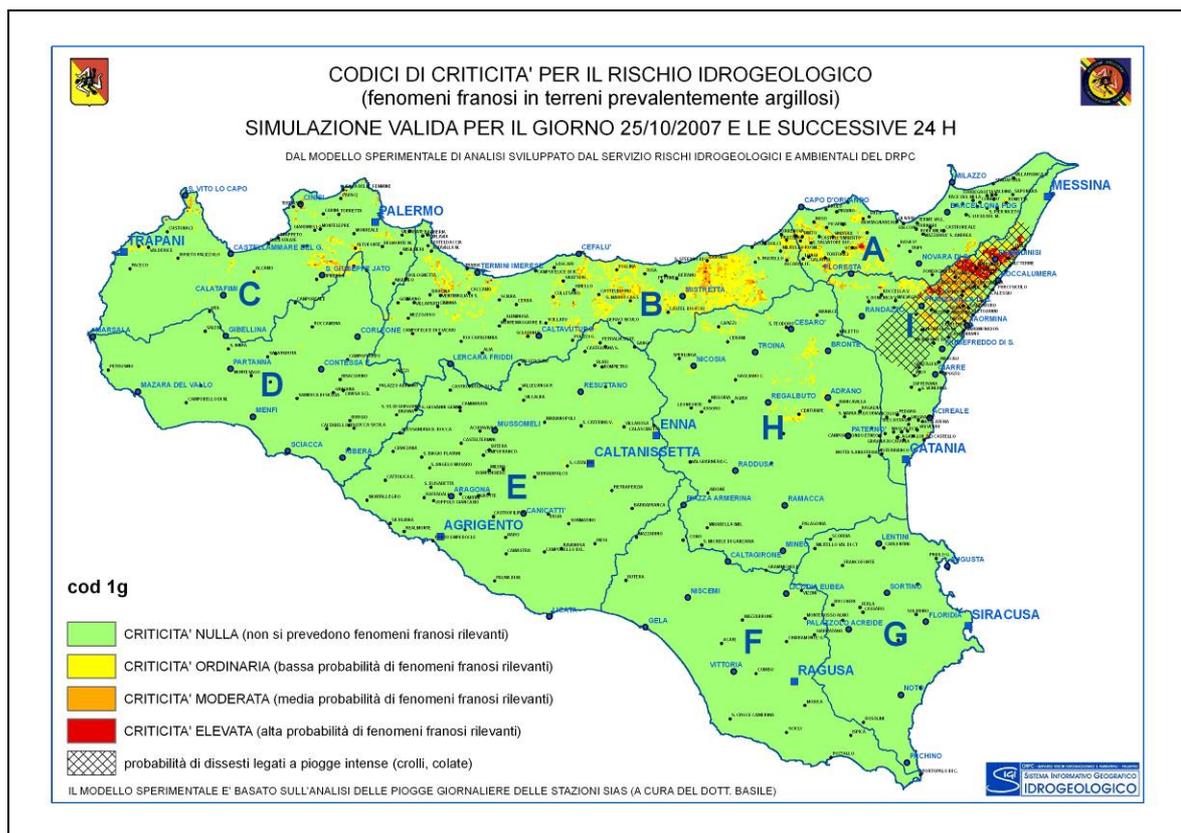
- la banca-dati AVI del CNR è risultata poco attendibile o con informazioni incomplete (soprattutto per quanto riguarda il tipo di dissesti e la data di attivazione);
- non esiste un archivio storico regionale sulle frane.

Sulla base di un'analisi statistica univariata, sono state ricavate soglie di criticità variabili in funzione delle piogge cumulate giornaliere, del numero di giorni piovosi consecutivi, calcolati tenendo conto dei giorni piovosi consecutivi in maniera tale da non escludere giorni non piovosi compresi in periodi piovosi, e della relativa intensità di pioggia (vedi figure seguenti).



Poiché il modello è teoricamente valido per frane di scorrimento e colata, che nella maggior parte dei casi si sviluppano su terreni argillosi, sono stati imposti fattori correttivi in funzione della litologia e della pendenza dei versanti mediante procedure automatiche implementate nel Sistema Informativo Territoriale Idrogeologico (SIGI) del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali del DRPC.

La previsione viene effettuata mediante rasterizzazione dei codici di allerta ottenendo la corrispondente mappa del territorio regionale (vedi figura seguente).



Affinché il modello possa funzionare correttamente, occorre che la distribuzione regionale delle piogge cumulate sia attendibile; purtroppo, a causa della non ottimale copertura territoriale da parte delle stazioni meteorologiche, non vi sono sufficienti garanzie per validare le previsioni sulla base di confronti a posteriori.

Per ulteriori dettagli sul codice, si veda:

BASILE G. (2007): “La determinazione delle soglie critiche di pioggia dei fenomeni franosi per finalità di protezione civile. Lo stato dell’arte in Sicilia” – Rivista dei Geologi di Sicilia, 1/2007

BASILE G., PANEBIANCO M. (2007): “L’analisi del rischio da frana in protezione civile: aspetti teorici e applicativi” – Geologia dell’Ambiente, 3/2007

REGIONE SICILIANA – DIPARTIMENTO REGIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE – SERVIZIO RIA (2008): “Modello sperimentale per la determinazione della suscettività da frana: verifiche post-evento 2007-2008”

In assenza di una base di conoscenze adeguata ed estesa all'intero territorio regionale, risulta quanto mai problematico predisporre tali documenti che hanno l'obiettivo primario di preparare il sistema regionale di protezione civile a fronteggiare i fenomeni e l'eventuale emergenza.

Alla luce di quanto indicato nei paragrafi precedenti, è evidente che ogni singolo tassello della produzione degli interventi costituisce un elemento funzionale alla predisposizione degli strumenti necessari ad effettuare le analisi territoriali con finalità di previsione e prevenzione e quindi di protezione civile.

E' altresì opportuno che si proceda in termini di integrazione delle iniziative nell'ottica di un obiettivo unitario affinché non si ripeta l'errore, piuttosto comune, di produrre documenti il cui utilizzo risulta limitato nelle applicazioni quando non del tutto condivisibile nella pratica.

Nel seguito viene riportata una tabella nella quale viene individuato nella **Carta tecnica regionale della suscettività da frana** quel prodotto di riferimento che compendia diverse conoscenze e per la realizzazione della quale sono previsti diversi interventi che hanno la possibilità di essere utilizzati anche per altri fini.

A questo riguardo, appare opportuno richiamare alcune nozioni di natura concettuale affinché possa essere inquadrato nella più corretta direzione l'obiettivo ultimo.

Le metodologie per ottenere carte di suscettività al dissesto geomorfologico utilizzano:

- **Criteri qualitativi** (metodi empirici); si tratta di metodi diretti con approccio geomorfologico, in cui l'acquisizione dei dati relativi ai fenomeni franosi e all'assetto morfologico circostante è basata essenzialmente sul rilievo di terreno e sull'interpretazione di foto aeree; essi possono essere distinti in:
 - o **Metodi basati sulla carta inventario delle frane.** La carta della pericolosità si ottiene valutando soggettivamente la predisposizione all'instabilità dei versanti, sulla base delle informazioni raccolte e sintetizzate principalmente nella carta inventario dei fenomeni franosi. Attraverso un'accurata analisi dei fattori responsabili dell'innescio di movimenti di versante e presenti nelle aree in cui essi sono già avvenuti, è possibile operare una zonazione del territorio ottenendo un quadro sintetico circa l'evoluzione futura dei fenomeni franosi. Il metodo si basa su un attento riconoscimento della morfologia esistente, partendo dal presupposto che le instabilità passate condizionano gli equilibri futuri. La valutazione e/o la zonazione viene eseguita direttamente sul campo da operatori esperti basandosi sulla loro esperienza. In questo caso la mappa di stabilità deriva direttamente da carte geomorfologiche dettagliate. La mappatura della pericolosità tramite valutazione empirica è un metodo diretto e qualitativo con ampio margine di soggettività. Il metodo è in grado di stimare la probabilità di frana in una certa regione analizzando le frequenze spaziali degli eventi passati. Il limite di questa elaborazione è insito nella soggettività nella scelta dei dati e delle regole che governano la stabilità dei pendii o il pericolo di instabilità; inoltre, il metodo non consente di derivare informazioni per le zone in cui non si sono mai verificati fenomeni.
 - o **Metodi basati su indici:** si basano sul ranking e sull'attribuzione di pesi ai fattori di instabilità, a seconda della loro presunta importanza nel provocare frane (Guzzetti e al., 1999). Il ranking e l'attribuzione dei pesi possono essere effettuati con metodi diretti, validi ma soggettivi, o metodi indiretti, basati su evidenze quantitative. I primi dipendono esclusivamente

dalle competenze dell'operatore circa la correlazione tra fattori predisponenti ed eventi franosi. L'esperto suddivide i range di variazione dei fattori in intervalli che ritiene influenzino in modo diverso il fenomeno franoso, ed attribuisce un peso ad ognuno di essi. Nei metodi indiretti questa attribuzione viene ottenuta attraverso il calcolo della densità di frana per ogni classe dei fattori, che viene ricavata dalla sovrapposizione degli strati tematici di ognuno dei fattori con la carta inventario. Si riduce in questo modo la soggettività dell'attribuzione di pesi, ma non quella della selezione delle classi: i fattori introdotti nelle analisi, infatti, devono essere in forma discreta e non continua, e devono quindi essere preliminarmente classificati in modo arbitrario. La carta risultante dall'impiego di queste tecniche può in seguito essere classificata in diverse classi di suscettibilità.

- **Criteri deterministici:** prevedono l'utilizzo di modelli fisici di stabilità. Questi metodi riscontrano una buona applicazione per scale molto piccole poiché richiedono l'acquisizione di un grande numero di dati geotecnici e geomeccanici per ognuna delle frane comprese nello studio. Attraverso l'uso di questi modelli è possibile effettuare un calcolo del fattore di sicurezza.
- **Criteri probabilistici:** essi mirano ad ridurre il grado di incertezza che caratterizza il fattore di sicurezza, considerando la densità di probabilità piuttosto che i valori puntuali. In questi modelli si introduce la varianza dei dati, in modo da quantificare l'incertezza che caratterizza alcuni dei fattori predisponenti.
- **Criteri statistici:** i metodi statistici comportano la caratterizzazione statistica delle variabili che in passato hanno condotto a movimenti di versante. Grazie all'individuazione su base statistica delle relazioni esistenti tra queste variabili e i fenomeni franosi, è possibile dedurre informazioni riguardo a zone non ancora interessate dal processo. Si tratta delle tecniche più appropriate per effettuare studi a scale comprese tra 1:10.000 e 1:50.000. Il limite di metodi di questo tipo risiede nell'elevato numero di dati necessari alle elaborazioni statistiche. Per questo motivo, in genere, le analisi vengono effettuate su aree più ridotte, di *training*, rappresentative di quella totale, ed i risultati vengono poi estesi anche alle rimanenti zone. Alcuni di questi metodi sono **bivariati**, ovvero l'influenza di ogni fattore nel determinare eventi franosi viene valutata individualmente. Questi approcci quindi distinguono sempre una variabile dipendente (la frana) e una indipendente (ogni classe di ogni tematismo). Analisi di questo tipo si basano sull'assunto dell'indipendenza condizionale, ovvero si suppone che ogni fattore influenzi l'accadere del fenomeno indipendentemente dagli altri, anche se in natura è estremamente poco realistico che questo accada. Negli approcci **multivariati**, invece, tutti i fattori ritenuti condizionanti sono trattati simultaneamente. Gli eventi scatenanti non rientrano in questi modelli, ed è quindi esclusa la previsione temporale degli eventi. Generalmente i risultati prodotti sono estremamente oggettivi e replicabili. Le tecniche di regressione fanno parte di questo tipo di metodi, così come le **reti neurali artificiali**.

Quale contributo all'analisi è prevista la realizzazione di uno studio di dendrocronologia applicata alla geomorfologia che rappresenta una novità assoluta per la regione Siciliana.

La dendrocronologia (dal greco δένδρον = albero, χρόνος = tempo, e λογία = studio) è un sistema di datazione a scala fluttuante messo a punto in modo sistematico dall'americano Andrew Ellicott Douglass nel 1906.



Agli inizi del Novecento, la dendrocronologia venne utilizzata a Tucson, in Arizona, nell'ambito di ricerche effettuate sulle attività solari e il clima del pianeta. In epoche più recenti, è stata applicata in ecologia, per determinare l'importanza del fuoco negli ecosistemi nordamericani e quindi ha avuto diffusione in ambito archeologico, geologico, sismico.

La dendrocronologia si basa su tre principi:

1. gli alberi, nelle regioni in cui vi è una netta distinzione tra la stagione estiva e quella invernale, producono un nuovo anello di accrescimento ogni anno, facilmente visibile nella sezione trasversale del tronco;
2. alberi della stessa specie legnosa, viventi nella medesima area geografica, producono nello stesso periodo di tempo, serie anulari simili: infatti lo spessore di questi anelli varia ogni anno a seconda delle condizioni climatiche;
3. è possibile confrontare le sequenze anulari di alberi vissuti nella stessa area geografica nello stesso periodo di tempo (cross-dating).

L'elemento xilematico che è più facilmente individuabile per le ricerche dendrocronologiche è l'anello di accrescimento che si sviluppa in molte specie delle zone temperate con cadenza annuale. Le ricerche meno dispendiose in termini di tempo, ma che comunque forniscono risultati di notevole valenza sotto il profilo scientifico, sono proprio quelle che si avvalgono della misurazione dell'ampiezza degli anelli di accrescimento che può avvenire su reperti, campioni e/o manufatti utilizzando dei contatori che hanno una approssimazione del centesimo o del millesimo di mm. La misura può avvenire anche su fotografie oppure lastre radiografiche purché l'immagine sia perpendicolare alla superficie in cui si trovano gli anelli.

Riportando in appositi grafici l'ampiezza anulare e il numero dell'anello, ovvero l'anno in cui esso si è formato, si ottengono diagrammi denominati curve dendrocronologiche. Si distinguono curve dendrocronologiche assolute e fluttuanti. Le prime sono quelle in cui si riesce a risalire all'anno di calendario, corrispondente di ogni singolo anello di accrescimento, grazie alla misurazione di campioni prelevati da alberi viventi (rotelle oppure carote prelevate con trivella di Pressler) oppure sono relative a reperti storico-artistici e archeologici datati dendrocronologicamente. Le curve dendrocronologiche fluttuanti sono invece quelle costruite sui legni in cui non è dato conoscere l'anno di formazione dell'ultimo anello di accrescimento.

Nelle cronologie anulari sono riconoscibili fluttuazioni di crescita che possono essere suddivise in fluttuazioni di alta frequenza, di media frequenza e di lunga frequenza attribuibili a precisi eventi nell'ambiente circostante. Oscillazioni di lunga frequenza assumono la fisionomia di veri e propri trend biologici oppure sono riconducibili a perturbazioni ambientali di lungo periodo (glaciazioni, movimenti del terreno,...).

Fluttuazioni di medio periodo possono essere causate da periodicità climatiche o persino da modifiche nell'attività maculare solare, dai rapporti di vicinato in popolamenti forestali (competizione o sinergia), da movimenti del terreno, da fenomeni di inquinamento ed altro.

Le fluttuazioni di breve frequenza sono quelle che interessano maggiormente nei procedimenti di datazione dendrocronologica. Sono riconoscibili soprattutto in massimi e minimi unianuali di ampiezza anulare in funzione di variazioni climatiche importanti. Il procedimento che determina il periodo di sovrapposizione delle curve dendrocronologiche prende il nome di sincronizzazione. La sincronizzazione può essere ottica (basata sulle caratteristiche macroscopiche degli anelli dei



campioni a confronto), grafica (derivante dalla sovrapposizione dei massimi e minimi di accrescimento nelle curve dendrocronologiche) e statistica (sfruttando coefficienti di correlazione e test di affidabilità statistica) e può essere operata su curve relative a più misurazioni all'interno del medesimo albero, su cronologie di piante oppure di popolamenti diversi, etc.

Confronti di lunga distanza (teleconnessioni) e paragoni tra specie diverse (eteroconnessioni o connessioni inter-specifiche), che ad un primo esame possono sembrare improbabili, testimoniamo altresì una comune impronta ambientale che permea ed influenza puntualmente l'accrescimento delle piante che sono vissute anche in aree apparentemente distanti tra loro.

Particolarmente importanti sono quelle cronologie che, essendo rappresentative di una determinata area ed essendo state realizzate con un certo numero di campioni, permettono di operare dei confronti al fine di ottenere delle datazioni.

Con il termine *master chronologies* vengono in genere indicate quelle cronologie anulari che contengono un comune segnale climatico di valenza quantomeno regionale. La lunghezza delle cronologie di riferimento e/o di *master chronologies* dipende in primo luogo dalla longevità degli alberi, ma in realtà, con un procedimento di sincronizzazione a ponte, si possono ottenere curve che si estendono per diversi millenni.

La Dendrocronologia, unitamente alla Dendrometria, può dare informazioni sulle vicende che hanno segnato la storia di regioni, fiumi, rive lacuali e marine, la storia insomma che ha interessato in qualche misura la crosta terrestre. Per esempio, i tronchi sommersi in vari laghi alpini (Rovine in Piemonte, Tovel in Trentino) datano eventi franosi connessi con l'inizio della piccola glaciazione; nel Mugello, in Toscana, un grosso abete, rinvenuto in una frana, con i suoi 193 anelli chiaramente leggibili colloca la caduta della pianta prima della ripresa vegetativa dell'anno 1335. Analoghe considerazioni valgono per un altro abete, venuto alla luce al Monte Conero in Romagna, le cui sequenze anulari si fermano al 1640.

Le sequenze anulari offrono informazioni sui percorsi di valanghe, sull'area d'azione di eventi meteorici eccezionali. Al Vajont i larici del Monte Toc dal 1963, anno della nota catastrofe, formano lungo i loro percorsi anulari ampi settori di tessuti di compressione (canostro), cosicché esaminando il legno di quei larici si avverte chiaramente che nell'anno 1963 deve essere successo qualche cosa che ha modificato la vita delle piante in quella zona.

Con questi metodi in America sono stati tracciati percorsi dei cicloni dei secoli passati, mentre sulle Alpi e sui Carpazi si sono registrati avanzamenti e ritiro di ghiacciai, frequenza e percorsi di valanghe, straripamenti, deviazioni di corsi d'acqua, allagamenti, alluvioni.

La storia dei cambiamenti geologici di breve termine come cadute di massi, movimenti di versante, fenomeni di erosione, frane in genere è ricostruita non solo con l'analisi delle ampiezze anulari ma anche identificando le ferite nel legno e localizzando temporalmente l'instaurarsi di anomalie xilematiche come i legni di reazione (legno di compressione nelle conifere e legno di tensione nelle latifoglie) ed eccentricità.

In ambito geomorfologico la dendrocronologia viene utilizzata quale strumento per la datazione dei momenti di attivazione e/o riattivazione dei dissesti franosi, per l'individuazione delle soglie di innesco dei fenomeni franosi, per la realizzazione di carte del rischio di frana.



La tabella che segue riassume i prodotti discussi nelle pagine precedenti, distinti in singoli Work Packages.

PRODOTTO		UTILIZZO PRIMARIO	UTILIZZI CORRELATI
CARTA TECNICA REGIONALE DELLA SUSCETTIVITÀ DA FRANA		Modellistica di previsione del rischio da frana per l'emanazione delle allerte (ex Dir. P.C.M. 27/02/04)	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile• Pianificazione urbanistica• Studi idraulici generali e di settore• Aggiornamenti Piani di bacino
W.P.1	Litologia Target: territorio regionale	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Studi idraulici (coefficiente di deflusso)
W.P.2	Elaborati derivati dall'altimetria digitale Target: territorio regionale	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile• Studi idraulici e geomorfologici
W.P.3	Rilievi altimetrici digitali (LIDAR) ad alta definizione (0,10 mt) su siti-campione Target: ca. 38.000 Ha	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile• Studi idraulici e geomorfologici
W.P.4	Rete idrografica, delle infrastrutture e centri abitati Target: territorio regionale	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric (eventuali analisi con reti neurali)	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile (analisi dei rischi)• Consultazione per Sala Operativa di p.c.• Studi idraulici (parametri geometrici rete scolante)
W.P.5	Censimento dei nodi a rischio idrogeologico Target: 15000 censimenti (ca. 50% del totale)	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile (analisi dei rischi)• Presidi territoriali
W.P.6	Censimento dei nodi a rischio idraulico Target: 15000 censimenti (ca. 50% del totale)	Layer informativo principale: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile (analisi dei rischi)• Presidi territoriali
W.P.7	Realizzazione e implementazione data-base (serie storiche dati climatici) Target: territorio regionale	Layer informativo ausiliario: data-base alfa-numeric	<ul style="list-style-type: none">• Pianificazione di protezione civile (multi-tema)• Analisi multi-parametriche per il rischio idrogeologico
W.P.8	Analisi di dendrocronologia geomorfologica Target: n. 5 dissesti	Layer informativo ausiliario	<ul style="list-style-type: none">• Analisi per il rischio geomorfologico
W.P.9	Analisi parametrica su aree campione e sintesi regionale Target: territorio regionale	Sviluppo processi iterativi di verifica del modello di previsione frane	<ul style="list-style-type: none">• Analisi per il rischio geomorfologico

4. QUADRO DI SINTESI DEGLI INTERVENTI E CRONOPROGRAMMA

Nel prospetto che seguente vengono indicati gli importi di larga massima previsti per la realizzazione degli interventi.

CARTOGRAFIA E STUDI	DURATA (mesi)	PRODOTTI ATTESI	IMPORTO PRESUNTO
WP1. Carta litologica	12	Banca-dati alfa numerica (GIS)	€ 770.000
WP2. Elaborazioni alfa-numeriche derivate dall'altimetria digitale	2	Banca-dati alfa numerica (GIS)	€ 60.000
WP3. Rilievi digitali LIDAR ad alta risoluzione in siti-campione	10	Cartografia numerica (GIS)	€ 340.000
WP4. Tracciamento reti (idrografia e infrastrutture viarie) e centri urbani	8	Banca-dati alfa numerica (GIS)	€ 320.000
WP5. Censimenti frane con criteri DRPC	10	Banca-dati – Mappe dei nodi sensibili (GIS)	€ 530.000
WP6. Censimenti nodi a rischio idraulico con criteri DRPC	10	Banca-dati – Mappe dei nodi sensibili (GIS)	€ 530.000
WP7. Realizzazione e implementazione data-base (dati climatici)	6	Banca-dati	€ 160.000
WP8. Rilievi di dendrocronologia geomorfologica in siti campione	12	Datazione anomalie di crescita correlate agli eventi Mappe spazio-temporali	€ 160.000
WP9. Analisi multiparametrica in siti campione con metodi statistici multivariati (reti neurali artificiali) e sintesi regionale (CARTA DELLA SUSCETTIBILITA' DA FRANA PER MODELLO PREVISIONALE)	18+12	Studi su bacini campione Carta regionale di suscettibilità	€ 630.000
TOTALE			€ 3.500.000
Somme a disposizione			€ 1.308.600
TOTALE COMPLESSIVO			€ 4.806.600

Gli interventi costituenti i singoli work-packages da WP1 a WP8 possono prendere avvio in modo sincrono. Il WP9, che rappresenta la sintesi finale, è opportuno che venga avviato disponendo già di alcune elaborazioni anche parziali (in particolare: WP1, WP2, WP3, WP5, WP6, WP7, WP8).



5. RICADUTE OCCUPAZIONALI E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

I servizi contemplati nel presente programma prevedono l'impiego di professionalità differenti in ragione del tipo di applicazione. In linea di massima, si prevede che possano trovare occupazione i seguenti profili professionali:

- laureati (geologi, ingegneri, architetti);
- diplomati in discipline tecniche;
- tecnici esperti in applicativi CAD/GIS;
- tecnici esperti in informatica e applicazioni web.

Per quanto riguarda l'innovazione tecnologica, non vi è dubbio che l'impulso che deriverà dall'applicazione delle metodologie di studio e ricerca sarà notevole in termini di:

- nuove conoscenze di base,
- nuove conoscenze specifiche,
- nuovi dati a disposizione della comunità,
- miglioramento dei prodotti di diffusione e comunicazione via web,
- formazione del personale.

6. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO

Sulla base delle indicazioni orientative fornite sul P.O. FESR 2007-2013, gli indicatori di realizzazione e di risultato per la linea di intervento 2.3.1.6 sono i seguenti.

Obiettivo specifico 2.3: Attuare la pianificazione nel settore e del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale

Obiettivo operativo 2.3.1: Realizzazione di interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione di specifiche azioni del PRSR Sicilia

Linea di intervento 2.3.1.6	Indicatore di realizzazione	Unità di misura	Valore attuale	Target
Produzione di studi e cartografie di base e tematiche per la redazione dei piani comunali e intercomunali di protezione civile	<u>Cartografia numerica di base e tematica:</u>			
	Carta litologica (criteri DRPC)	kmq	0	25.570 ca.
	LIDAR ad alta definizione	Ha	0	37.000 ca.
	Carte numeriche derivate da DTM	kmq	0	25.570 ca.
	Carta delle reti e dei centri abitati	kmq	0	25.570 ca.
	<u>Censimenti e Studi:</u>			
	Censimento nodi a rischio con criteri DRPC	N°	2150	15000
	Banca-dati meteo	N°	0	1
	Studi applicati di dendrocronologia geomorfologica	N°	0	5
	Analisi multiparametrica in siti campione con metodi statistici e sintesi regionale	N°	0	1

Linea di intervento 2.3.1.6	Indicatore di risultato	Valore atteso al 2015	Valore atteso: anno / %
Produzione di studi e cartografie di base e tematiche per la redazione dei piani comunali e intercomunali di protezione civile	<u>Cartografia numerica di base e tematica:</u>		2011 / 33%
	Quota della popolazione che beneficia di misure di prevenzione/mitigazione dei rischi (% sul tot Regione)	100%	2013 / 66%
			2015 / 100%
			2011 / 33%
	<u>Censimenti e Studi:</u>		2013 / 66%
	Quota della popolazione che beneficia di misure di prevenzione/mitigazione dei rischi (%)	100%	2015 / 100%