

1.3 La base conoscitiva e la diffusione delle conoscenze come supporto per la valutazione di pericolosità e rischio

1.3.1

Il ruolo dei sistemi informativi geografici nell'analisi dei fenomeni ambientali e nel processo di diffusione delle conoscenze

Analizzare il ruolo dei Sistemi Informativi Geografici nel campo della prevenzione dei rischi naturali e più in generale nello studio dei fenomeni ambientali, richiede una premessa volta a delineare cosa si intende oggi per GIS (acronimo di *Geographic Information System*) e come tali strumenti si collocano nell'azione di analisi e gestione delle conoscenze di Arpa Piemonte.

La definizione di Sistemi Informativi Geografici presente a livello bibliografico è sempre stata molto variabile, suddividendosi sostanzialmente in due filoni principali, uno che vede il GIS come *strumento informatico o tecnologia* per la gestione di dati geografici, intendendo spesso con il termine i singoli prodotti software e le relative piattaforme hardware; l'altro che punta l'attenzione sul GIS come *sistema – disciplina* e quindi come insieme di strumenti, metodi e competenze che interagisce per creare e gestire informazioni georiferite, utili come supporto alle decisioni dell'organizzazione che lo utilizza.

Queste due impostazioni, sebbene differenti, sono oggi comunemente adottate essendo storicamente l'una l'evoluzione dell'altra. Nella storia dei GIS, infatti, dopo una prima fase di progettazione e realizzazione dei modelli e degli strumenti informatici finalizzati a contesti specifici di ricerca, è iniziata la fase di espansione verso una utenza sempre più ampia, in contesti organizzativi e produttivi molto più complessi con una sempre maggiore integrazione con altre tecnologie. A partire dalla prima metà del Novecento, con lo sviluppo dell'aviazione e delle riprese aeree, sia la cartografia sia più in generale la geografia ebbe-

ro un impulso rilevante, seguito negli anni Sessanta dallo sviluppo delle prime tecnologie elettroniche che diedero forma all'idea di adottare modelli informatici per memorizzare ed elaborare dati di tipo spaziale e cartografico.

È alla fine degli anni Sessanta (Mc Harg, 1969) che viene formalizzato il modello GIS inteso come modello di analisi spaziale finalizzato alla pianificazione del territorio e al supporto alle decisioni, basato sul concetto di *sovrapposizione* ed analisi congiunta di più livelli informativi, costituiti da singole cartografie tematiche al fine di produrre nuove conoscenze o cartografie di sintesi.

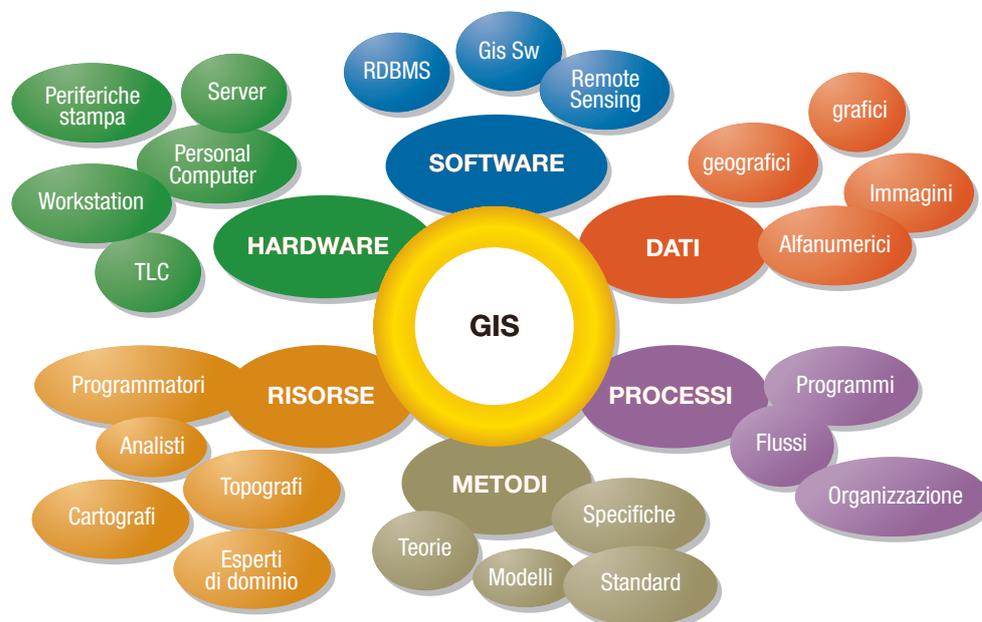


Figura 1.3.1
Componenti di un Sistema Informativo Geografico

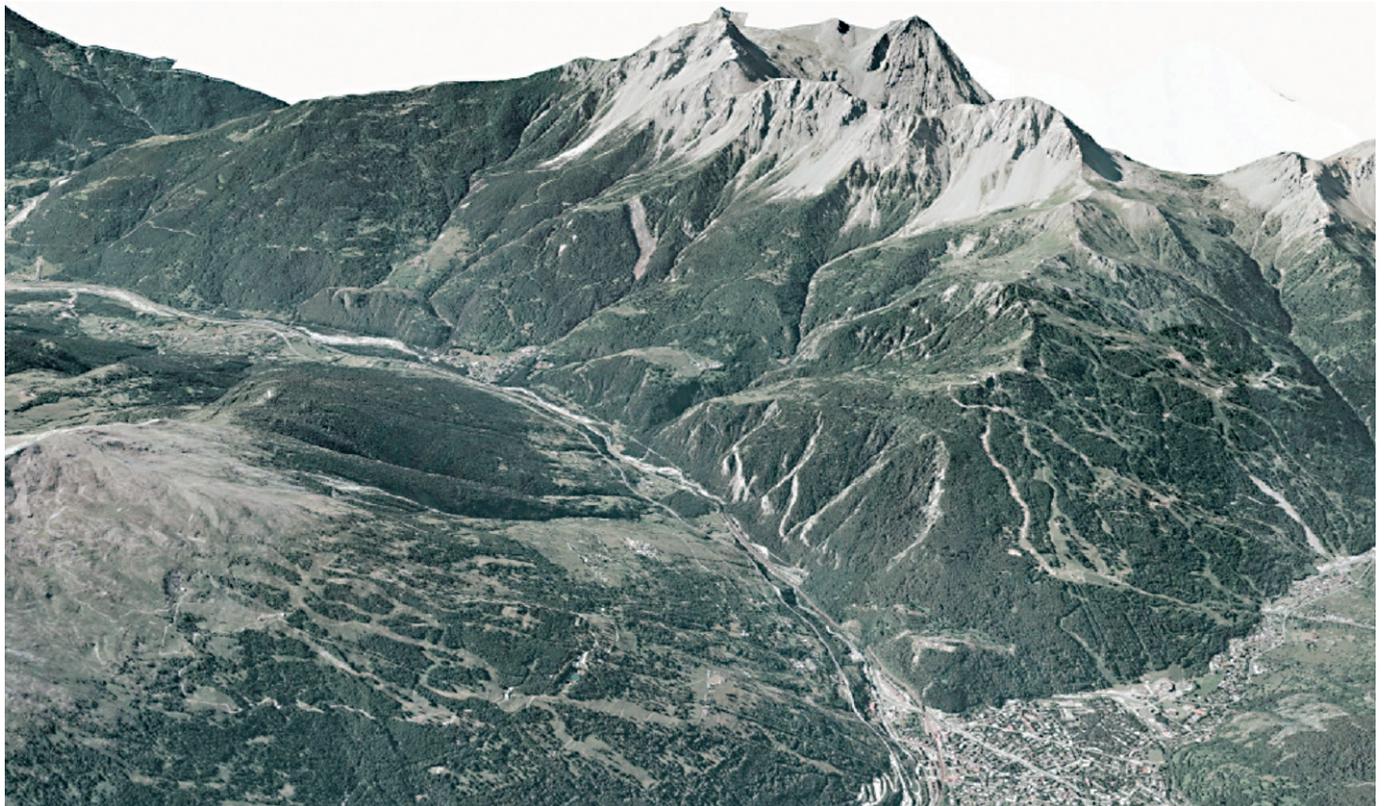


Figura 1.3.2
Vista virtuale
tridimensionale a partire
da Modello Digitale
del Terreno (DTM)
a maglia di 10 m di lato
e orto-immagini

Da tale impostazione negli stessi anni, in Canada e negli Stati Uniti si avviarono, seppur con scopi differenti, progetti volti ad implementare questi concetti attraverso lo sviluppo di specifici strumenti hardware e software basati sulle nascenti tecnologie informatiche (Progetto CGIS - *Canadian Geographic Information System*; Progetto *Harvard Laboratory for Computer Graphic and Spatial Analysis*).

A partire dagli anni Ottanta, con lo sviluppo dei personal computer e delle reti, le tecnologie GIS incominciarono ad affermarsi come strumenti nell'ambito dei sistemi informativi di enti ricerca, pubbliche amministrazioni ed aziende.

Questa evoluzione ha introdotto nuovi modi di intendere i GIS, secondo i quali alla componente tecnologica si sono affiancati nuovi aspetti legati alle metodologie, all'organizzazione, all'interoperabilità e soprattutto alla componente umana intesa come capacità e competenza specialistica finalizzate al governo dei processi di gestione, elaborazione ed analisi ed al corretto utilizzo degli strumenti.

L'approfondimento di alcuni di questi punti di vista ha portato recentemente ad affiancare al significato originario di GIS, come *Geographic Information System*, nuove interpretazioni quali ad esempio GIS come *Geographic Information Science*, intendendo così la scienza che studia la teoria ed i modelli di gestione e comunicazione dell'informazione geografica e l'evoluzione dei sistemi informativi geografici o GIS come *Geographic Information Studies*, ossia l'analisi di tutti gli aspetti organizzativi (modelli di organizzazione, pro-

mozione dei GIS nella società), normativi (vincoli all'uso dei dati, *copyright* dei dati), economici (costo dell'informazione geografica, analisi della domanda e dell'offerta di informazione geografica) relativi ai Sistemi Informativi Geografici.

I Sistemi Informativi Geografici rappresentano oggi uno dei principali strumenti di gestione, elaborazione ed analisi delle conoscenze in campo ambientale grazie alla loro specifica capacità di rappresentare e modellare nello spazio fenomeni naturali complessi. Non vi è campo delle discipline tecniche e scientifiche che non ne adotti i principi e le tecnologie: dall'ecologia alla gestione delle infrastrutture tecnologiche, dall'agricoltura alla pianificazione territoriale, dal marketing alla difesa militare solo per citare alcuni esempi.

La loro graduale affermazione in tutti i campi della gestione del territorio ha portato innumerevoli vantaggi tecnici ed economici e comportato profondi mutamenti nella logica stessa della creazione del dato e nella gestione della conoscenza, introducendo da un lato nuovi modelli interpretativi, dall'altro richiedendo l'adeguamento a nuovi modelli organizzativi e livelli di competenza e professionalità.

La gestione di un Sistema Informativo Geografico complesso richiede infatti esperienze diversificate in grado di governare le diverse componenti del sistema: sistemisti e competenze informatiche specialistiche per la progettazione e gestione delle infrastrutture tecnologiche, specialisti per l'acquisizione ed elaborazione di dati geografici,

esperti di modellazione numerica nei diversi campi applicativi, esperti di *remote sensing* e trattamento di immagini aeree e satellitari, cartografi, topografi.

Oggi l'intero patrimonio informativo ambientale geografico di Arpa Piemonte è gestito da un complesso Sistema Informativo Geografico che costituisce strumento di analisi e supporto a tutti i processi di acquisizione di nuove informazioni, elaborazione dei dati, produzione di specifica modellistica numerica (come quella illustrata nei capitoli seguenti), diffusione della conoscenza.

L'impiego delle tecnologie GIS nel campo della prevenzione dei rischi naturali è da molti anni una realtà a livello regionale, anche come logica evoluzione dei tipici strumenti di questa disciplina quali la foto-interpretazione, la cartografia geologica e geotematica e le banche dati tradizionali.

La considerevole mole di dati topografici, territoriali e tematici gestita (carte tecniche, immagini satellitari, *dataset* geografici, DTM, ecc.) è oggetto di costanti integrazioni ed aggiornamenti rappresentati dai risultati di tutte le attività di tutela, monitoraggio e analisi ambientale svolte nell'ambito delle attività istituzionali di Arpa, da campagne di rilevamento e informatizzazione specifiche sulle singole tematiche ambientali, dai risultati di progetti nazionali ed internazionali ai quali Arpa partecipa e dai flussi informativi con i sistemi informativi degli altri Enti della Pubblica Amministrazione piemontese e nazionale.

Ogni campo d'azione dello studio e della ricerca di Arpa Piemonte nei campi della geologia, geomorfologia, geotecnica e più in specifico dello studio dei fenomeni di dissesto sui versanti o lungo il reticolo idrografico è basato su un largo impiego delle tecnologie GIS sin dalle fasi di raccolta del dato fino alle fasi di analisi, pubblicazione e diffusione.

Progetti nazionali coordinati da APAT quali IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) o CARG (Carta Geologica d'Italia) hanno prodotto consistenti basi dati geografiche a scale di dettaglio (1:10.000 – 1:25.000) in logica di Sistema Informativo Geografico. Ciò consente di superare lo schema della tradizionale cartografia tematica a favore di quello di *banca dati geografica* in cui le componenti geografiche e topologiche si integrano con quelle alfa-numeriche e descrittive, aprendo innumerevoli prospettive di studio e rielaborazione successive dei dati a partire dagli stessi inventari conoscitivi. Esempi di tali analisi sono costituiti dalla rielaborazione della cartografia geologica in ottica di analisi delle formazioni potenzialmente contenenti minerali asbestiformi, dall'analisi dei fattori predisponenti per specifiche tipologie di fenomeni franosi, dall'analisi di pericolosità e vulnerabilità della rete viaria per fenomeni da crolli in roccia.

Il Sistema Informativo Geografico di Arpa Piemonte costituisce quindi base di riferimento per lo sviluppo di componenti informative specialistiche *verticali* del Sistema Informativo Ambientale dell'Agenzia quali ad esempio quella del Sistema Informativo Geologico (SIGeo), di seguito sinteticamente descritto ma, soprattutto, come strumento trasversale di integrazione e lettura contestuale dei differenti fenomeni ambientali sul territorio, come dimostrano i molti casi studio riportati in questo volume.

L'evoluzione degli strumenti GIS verso una sempre maggiore integrazione con le tecnologie di rete attraverso il concetto di servizi informativi *Web-GIS*, consente inoltre al Sistema Informativo Geografico di Arpa di fornire un contributo significativo al processo di diffusione e condivisione delle informazioni ambientali con gli altri Enti della Pubblica Amministrazione e con una utenza più vasta che va dal mondo della ricerca, all'impresa, ai cittadini.

1.3.2

L'informazione geotematica come strumento di conoscenza e analisi dei fenomeni naturali

Il Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di Arpa Piemonte svolge le proprie attività di studio e ricerca nel campo dei processi di modellamento dell'ambiente naturale, della conoscenza geologica e cura sia la gestione ed evoluzione del SIGeo sia quella del Sistema Informativo Geografico dell'Agenzia.

La creazione di un Sistema Informativo Geologico fa parte del programma di prevenzione territoriale finalizzata ad attuare una coerente pianificazione dell'attività antropica ed una concreta azione di salvaguardia del territorio.

Da anni perciò è stata intrapresa una sistematica raccolta e valutazione del dato storico, accompagnata da studi diretti dei processi finalizzati alla valutazione quantitativa e qualitativa delle condizioni di pericolosità del territorio.

L'impiego di tecnologie GIS consente la gestione complessiva di tutti i dati georiferiti afferenti ai diversi sottosistemi, garantendo l'integrazione delle informazioni alfa-numeriche, iconografiche e geografiche in raccordo con il Sistema Informativo Geografico dell'Agenzia.

Il SIGeo, struttura di servizio in grado di produrre, con tempestività e precisione, informazioni e dati nel campo della previsione e prevenzione dei rischi naturali è logicamente strutturato in più componenti specialistiche (sottosistemi) tra loro interagenti qui di seguito esposti.

Sottosistema Processi ed Effetti

Si compone di strumenti finalizzati alla gestione delle informazioni inerenti i processi di versante, fluviali e torrentizi che interessano, o hanno interessato, il territorio piemontese in termini tipolo-

gici, di effetti e danni indotti. I dati sono tratti sia da fonti specialistiche, sia da pubblicazioni, perizie tecniche in senso lato (provenienti dall'attività ordinaria del Centro e di altri Enti), articoli di giornale, cronache locali, documentazione archivistica, sia dal rilevamento e dalle osservazioni dirette dei processi di instabilità naturali in atto. Particolare attenzione viene posta nella contestualizzazione il più possibile oggettiva dell'evento di instabilità, sia in termini temporali sia spaziali, cercando di distinguere ciò che riguarda gli aspetti intrinseci del fenomeno e gli effetti diretti ed indiretti che esso ha indotto sull'ambiente. Il confronto incrociato delle fonti, oltre a consentire la valutazione della qualità del dato, permette di cogliere i molteplici aspetti della conoscenza dei processi, in termini di incidenza, ricorrenza, distribuzione e caratterizzazione.

L'integrazione dei dati storici con quelli derivanti da studi ed osservazioni effettuati in sito rende possibile ricavare informazioni essenziali per una zonizzazione del territorio in funzione delle fenomenologie più ricorrenti. Gli archivi contengono al momento attuale oltre 30'000 singole segnalazioni. Sono quindi descrivibili con un buon grado di dettaglio i 32 eventi alluvionali significativi che hanno colpito il territorio regionale nel XX secolo ed il centinaio circa di eventi "minori" rimanenti verificatisi in un arco temporale esteso anche alla metà del XIX secolo. Per quanto riguarda la componente "geometrica" di rappresentazione spaziale del processo, si pensi che per il solo ambito tematico dei movimenti franosi sono distinti circa 34'000 corpi franosi (Arpa Piemonte, 2004). Se invece si intende portare l'attenzione a qualche tipologia specifica, sempre rimanendo nel campo dell'instabilità dei versanti, per il solo evento del novembre 1994, in un areale di circa 600 km² (zona delle Langhe piemontesi) sono state rilevate ed informatizzate 17'000 singole frane di scivolamento superficiale.

Sottosistema Fonti e Documentazione

Vengono ordinate le informazioni tratte da studi di carattere geologico-morfologico e geologico-tecnico che riguardano il territorio regionale: pubblicazioni scientifiche, monografie, studi per grandi opere, piani di bacino, studi territoriali a carattere ambientale, relazioni tecniche, fotografie aeree o altro, in grado di fornire informazioni utili nella caratterizzazione e conoscenza geologica e nell'analisi dei processi di instabilità. In quest'ottica risulta perciò *trasversale* rispetto agli altri sottosistemi. Inoltre, fanno parte dell'Archivio Documentazione le collezioni storiche dei giornali locali recanti informazioni sui dissesti, nonché gli strumenti pianificatori a scala comunale o di bacino (Piani Regolatori Comunali ed Intercomunali, Piani di Bacino).

Sottosistema Geotecnica

È finalizzato alla raccolta, omogeneizzazione ed analisi delle informazioni inerenti la caratterizzazione fisico-meccanica (in *situ* e in laboratorio) dei ter-

reni, delle rocce intatte e degli ammassi rocciosi ed è a sua volta articolato nell'Archivio Sondaggi, nell'Archivio Prove ed Indagini in Sito e in Laboratorio (terreni e rocce) e nell'Archivio Ammassi Rocciosi. Le fonti sono costituite in massima parte da relazioni tecniche di progetti. Vengono prese in considerazione le stratigrafie di sondaggi, avendo cura di omogeneizzare le descrizioni stratigrafiche riportate in relazione alla classificazione univoca adottata; inoltre sono indicate le eventuali prove eseguite in foro con i relativi valori (SPT – *Standard Penetration Test*, permeabilità, dilatometriche, ecc.). Per quanto riguarda le prove in laboratorio, gli archivi sono distinti a seconda che si tratti di terre o rocce. Di queste ultime sono riportate le caratterizzazioni geomeccaniche delle discontinuità (JRC, JCS, resistenza al taglio, ecc.) nonché i parametri fisico-meccanici più frequentemente indicati (resistenza a compressione monoassiale, peso dell'unità di volume, ecc.).

La caratterizzazione delle terre avviene mediante annotazione delle classificazioni granulometriche, dei parametri fisici (peso dell'unità di volume, umidità, contenuto di carbonati, ecc.) e delle prove di caratterizzazione meccanica (compressione triassiale, prove edometriche, di taglio, ecc.). I dati raccolti, prima di essere inseriti, subiscono una rigorosa verifica al fine di uniformarli ai criteri di inserimento adottati nel Sistema Informativo (ovvero qualità del dato e standard di riferimento). A tutt'oggi il sottosistema contiene circa 5'500 descrizioni di dettaglio delle perforazioni di sondaggio, 4'500 schede di caratterizzazione geotecnica, 4'000 analisi granulometriche, oltre 200 prove di compressione triassiale, 400 prove di taglio diretto, 16'000 prove eseguite in foro, 200 prove di permeabilità nonché alcune centinaia di caratterizzazioni dell'ammasso roccioso.

Sottosistema Monitoraggio dei Fenomeni Franosi

Direttamente interrelato al Sottosistema Geotecnica, di cui condivide la base dati, è finalizzato alla gestione ed analisi dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio regionale dei movimenti franosi. L'obiettivo del sottosistema è l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione dei dati provenienti dai sistemi di controllo dei movimenti franosi installati sul territorio regionale. Attualmente i siti sotto controllo sono circa 300 con una dotazione complessiva di oltre 1'000 strumenti (inclinometri convenzionali e fissi, piezometri, caposaldi con controllo tramite GPS e teodolite, clinometri, distometri a nastro, estensimetri a filo, di profondità, multibase in foro, misuratori di giunti, TDR, termometri, spie fessurimetriche, ecc.).

Le funzionalità messe a disposizione dell'utente permettono di caratterizzare la frana dal punto di vista della modalità del movimento (velocità e modulo). Il quadro conoscitivo della frana consente all'utente di predisporre opportuni interventi di risistemazione del versante a protezione di persone e manufatti.



Sottosistema Geologia del Territorio

È alimentato dalle attività svolte in seno al Progetto CARG – *Rilevamento ed informatizzazione della cartografia geologica d'Italia alla scala 1:50.000* che prevede, in base a quanto stabilito dal quadro normativo nazionale (Leggi nn. 183/1989, 305/1989, 438/1995, 226/1999, 363/2000) ed a specifiche convenzioni Arpa-APAT, il rilevamento ed il completamento di 8 fogli Geologici e 4 Geotematici diversamente distribuiti sul territorio regionale, ovvero:

- Fogli geologici *Bardonecchia* e *Susa* (terminati), Fogli geologici *Trino* e *Dego* (in fase di ultimazione), Fogli geologici *Torino Est*, *Torino Ovest*, *Cesana*, *Cabella Ligure*, *Genova* e *Voghera* (in lavorazione);
- Fogli geotematici *Dego*, *Alba*, *Fossano* – *Quadro del dissesto indotto dall'evento del novembre 1994*, Foglio *Dego* – *Pericolosità geologica* (instabilità dei versanti).

Il sottosistema contiene inoltre una base dati derivata da una *rilettura* della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 inerente la caratterizzazione geo-litologica del territorio piemontese.

L'impiego di tecnologie GIS consente la gestione complessiva di tutti i dati georiferiti afferenti ai diversi sottosistemi, garantendo la totale integrazione delle informazioni alfanumeriche ed iconografiche residenti nelle diverse banche dati con le informazioni geografiche.

La georeferenziazione di ogni singolo dato (rilevato e gestito all'interno del relativo Sottosistema specialistico) permette sia una lettura e rappresentazione territoriale/cartografica dal dato stesso, sia una sua interpretazione ed analisi rispetto a tutte le altre informazioni gestite negli altri Sottosistemi, attraverso un unico ambiente di consultazione, ricerca ed elaborazione su base geografica. È inoltre in grado di gestire gli specifici domini applicativi e di produrre ed integrare nuovi livelli informativi o di servizio.

1.3.3

Gli strumenti di diffusione dell'informazione geotematica

L'enorme patrimonio conoscitivo raccolto e gestito è da anni oggetto di una costante opera di diffusione controllata e documentata verso un'utenza diversificata che comprende tutti i diversi livelli della Pubblica Amministrazione locale e centrale, il mondo dell'imprenditoria e della libera professione, i vari poli accademici, scientifici e di ricerca ambientale.

A partire dal 1999, il processo di diffusione è stato potenziato attraverso l'utilizzo della rete internet: dalle prime esperienze di diffusione attraverso il Repertorio di Cartografia Tematica *on line* della Regione Piemonte (consultazione e *download* della cartografia statica, dei *dataset* e della relativa meta-documentazione) si è passati in breve all'im-

plementazione dei primi servizi *Web-GIS on line*, in grado di fornire funzioni base di analisi spaziale di tipo GIS (navigazione su dati geografici, interrogazione, ricerca per via spaziale ed alfanumerica, produzione di viste cartografiche personalizzate, ecc.) attraverso i più comuni *browser internet*. Tra i primi servizi *Web-GIS* pubblicati si ricorda quello finalizzato alla consultazione del patrimonio informativo derivante dal Progetto CARG (Servizio Geologico d'Italia, 2002a, 2002b).

Tale passo ha sicuramente contribuito all'introduzione di un nuovo approccio alla condivisione dell'informazione geografica offrendo da un lato un elevato livello di fruibilità dell'informazione, dall'altro introducendo la cultura dell'analisi spaziale delle informazioni, innovativa rispetto alla pratica della cartografia tradizionale.

La parallela introduzione del processo di meta-documentazione dei *dataset* geografici attraverso lo standard CEN/TC 287 ha ulteriormente valorizzato il processo di diffusione indirizzando sia i produttori sia gli utilizzatori del dato geografico verso una logica di certificazione della qualità del dato e soprattutto di utilizzabilità del dato nei vari contesti applicativi. Negli ultimi anni con l'evoluzione ed il consolidamento delle nuove tecnologie *Web-GIS* si è avvertita l'opportunità e l'esigenza di estendere il numero di servizi informativi, coprendo tutte le tematiche gestite dal Sistema Informativo Geologico di Arpa. Il sistema di diffusione è oggi impostato secondo un'ottica modulare basata su tre componenti fondamentali: la componente infrastrutturale GIS hardware e software, la disponibilità di una base dati standard per l'inquadramento topografico multiscala, la componente applicativa basata su un *framework Web-GIS standard*.

La necessità di una base dati topografica di riferimento per la presentazione dei dati a scale differenti ha comportato un'approfondita analisi finalizzata alla scelta ed in alcuni casi alla realizzazione *ex novo* dei livelli informativi utili per un coerente inquadramento territoriale alle diverse scale di consultazione dei dati (DTM con risoluzioni 500 m, 50 m e 10 m, estrazione livelli derivanti da cartografie IGM 1:100.000, utilizzo di selezioni della CTR 1:10.000, ecc.), privilegiando in alcuni casi la semplicità di lettura dell'informazione rispetto al rigore della cartografia tradizionale.

Tutti i servizi informativi realizzati si basano inoltre su un'unica componente applicativa; l'obiettivo è stato quello di realizzare una interfaccia con funzioni *Web-GIS standard*, utilizzabili modularmente per qualsiasi servizio informativo tematico. Ciò consente di realizzare e gestire agevolmente molti servizi informativi diversi, omogenei dal punto di vista grafico, integrati dal punto di vista funzionale e facilmente utilizzabili da parte di utenti anche non necessariamente esperti.

La tecnologia adottata (ESRI® ArcIMS) consente inoltre di rendere fruibili gli stessi servizi informativi

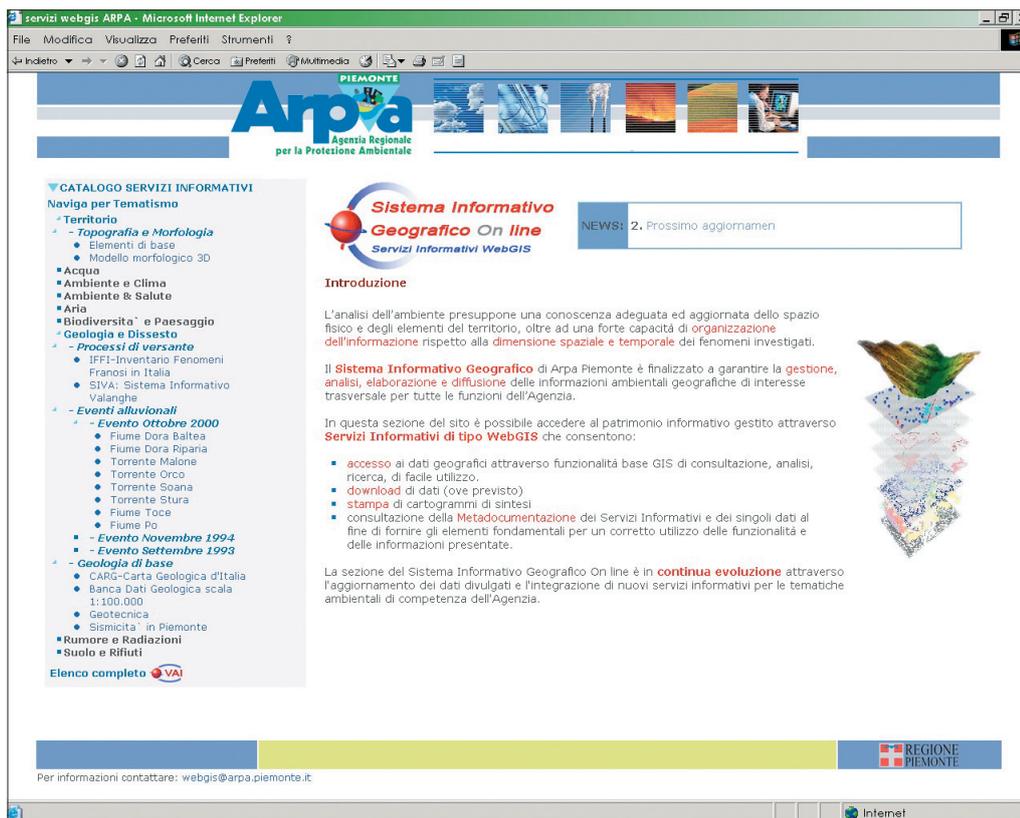


Figura 1.3.3
La sezione internet
del Sistema Informativo
Geografico on line

anche da parte di altri strumenti GIS tradizionali connessi in rete locale o geografica (da visualizzatori GIS gratuiti come ESR® ArcExplorer a strumenti GIS professionali) attraverso i quali diviene quindi possibile integrare dati forniti attraverso servizi di rete con dati locali o residenti presso una rete locale aziendale.

Tale impostazione ha consentito quindi l'estensione del concetto di diffusione verso una logica di condivisione dei dati geografici estendendo l'accessibilità e l'integrabilità dei dati e la fruibilità degli stessi da parte di una più ampia fascia di utenza. Lo stesso servizio può infatti essere utilizzato da utenti con esigenze diverse, strumenti diversi e competenze GIS diverse.

1.3.3.1

I servizi Web-GIS geotematici attivi

I servizi informativi, raggruppati in categorie tematiche e accessibili da internet (www.arpa.piemonte.it, sezione *Servizi on line*, *Sistema Informativo Geografico*) e RUPAR (Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione Regionale) sono meta-documentati attraverso una scheda descrittiva generale che riporta obiettivi, autori, limiti, livelli di aggiornamento e rimanda alle singole pagine di meta-documentazione dei *dataset* gestiti.

Di ogni *dataset* pubblicato è stata infatti realizzata una scheda di meta-documentazione seguendo il nuovo standard ISO 19115.

Per quanto concerne la categoria *Geologia e Dissesto* sono disponibili numerosi servizi informativi descritti qui di seguito.

Sezione GEOLOGIA DI BASE

- **Banca Dati Geologica** scala 1:100.000. Il servizio rende disponibili i dati delle cartografie realizzate dal 1982 al 1993, con base topografica di riferimento i fogli IGM scala 1:100.000 (carta aree inondabili, carta dei tributari e degli alveitipi, carta dei movimenti franosi, carta dei danni alla rete viaria, ecc.).
- **Geotecnica**. Gestisce l'accesso diretto e guidato alla consultazione di tutte le informazioni inerenti la caratterizzazione fisico-meccanica delle rocce e dei terreni gestiti dal Sottosistema Geotecnica.
- **Sismicità in Piemonte**. Accesso diretto e guidato alla consultazione delle informazioni relative agli eventi sismici registrati da fonti storiche (sismi dall'anno 1000 al 1981) o dalla rete strumentale (sismi dal 1982 ad oggi) gestita da Arpa Piemonte.
- **Progetto CARG – Carta Geologica d'Italia**. Scopo del servizio è fornire un accesso diretto e guidato alla consultazione delle informazioni raccolte ed informatizzate nell'ambito del Programma CARG in Piemonte, la cui attuazione è assegnata istituzionalmente ad Arpa Piemonte. I dati al momento consultabili sono quelli relativi ai Fogli geologici Susa e Bardonecchia.

Sezione PROCESSI DI VERSANTE

- **IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia**. Accesso alle informazioni regionali raccolte nell'ambito del Progetto IFFI in Italia promosso dall'ex Servizio Geologico Nazionale, oggi confluito in APAT e realizzato in Piemonte nel periodo 2001-2004. Sono disponibili infor-

Figura 1.3.4
Servizio Informativo
Web-GIS del Progetto IFFI

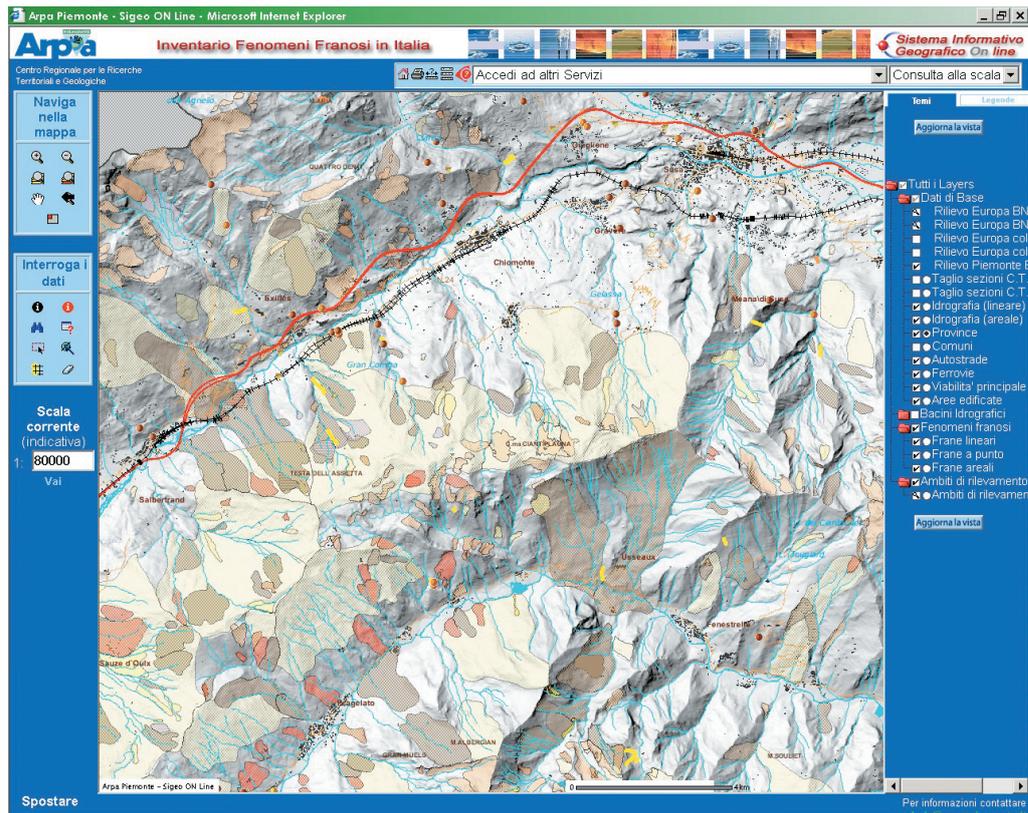
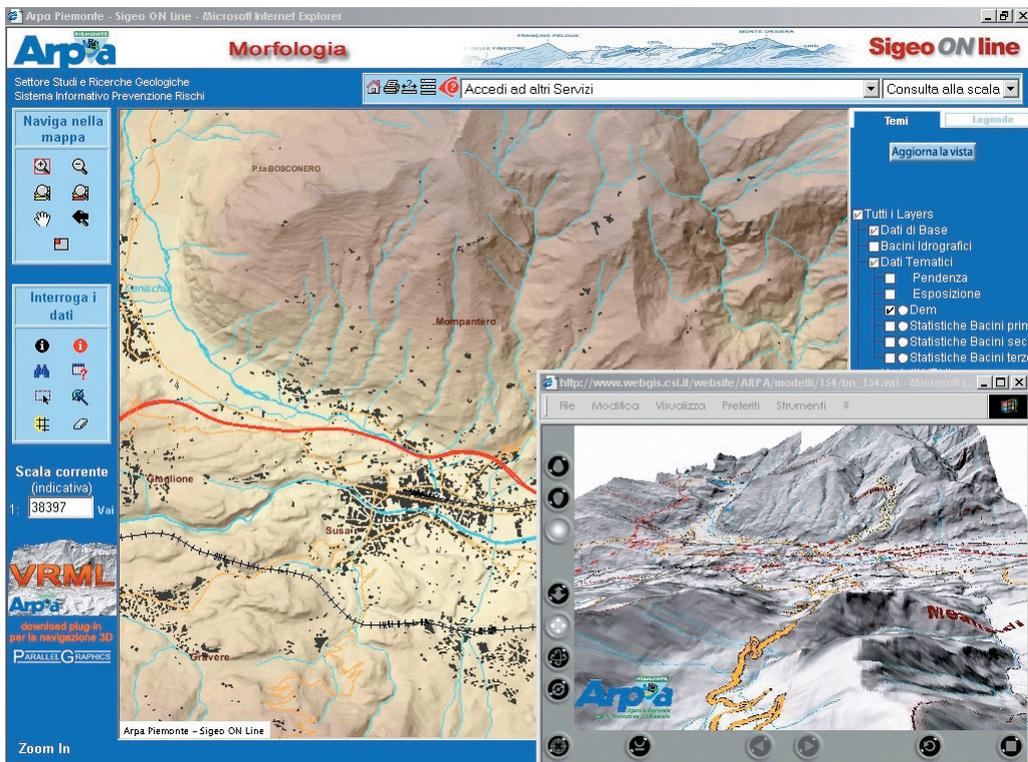


Figura 1.3.5
Il Servizio Informativo
Web-GIS sulla morfologia
(dati DTM e modelli
virtuali 3D)



mazioni di oltre 34'000 frane cartografate arealmente, linearmente e puntualmente e relative schede di sintesi associate;

- **Valanghe.** Accesso diretto a cartografia, data base alfa-numeriche, fotografie e documenti aggiornati dal Sistema Informativo Valanghe condiviso tra Arpa Piemonte e Provincia di Torino.

Sezione EVENTI ALLUVIONALI

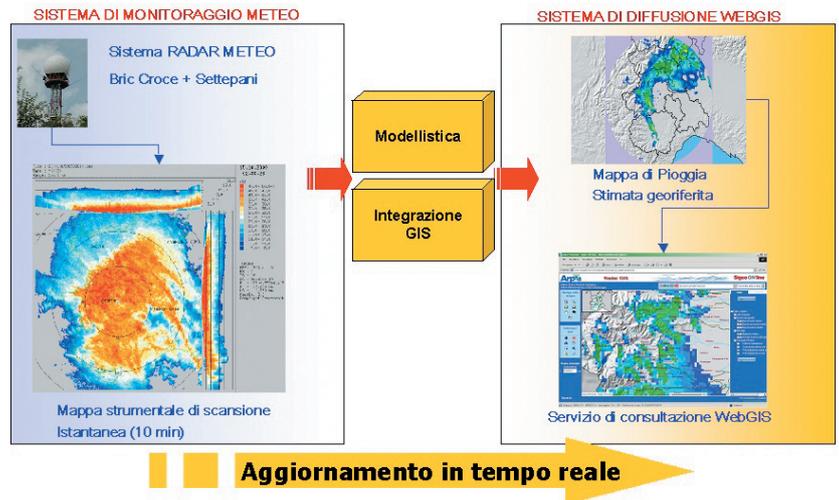
Sono disponibili più servizi raggruppati per evento (evento alluvionale ottobre 1993, evento alluvionale novembre 1994, evento alluvionale ottobre 2000) e per corso d'acqua interessato. I servizi rendono disponibili tutti i dati rilevati sul terreno nei giorni immediatamente successivi agli eventi e i risultati delle successive campagne di

rilevamento e controllo dei dati di terreno. Nel caso dell'evento del novembre 2000 è possibile inoltre consultare l'archivio iconografico consistente in oltre 700 fotografie e filmati in formato digitale delle riprese da elicottero nelle ore dell'evento.

Sezione TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA

- *Elementi Territoriali di Base.* Il servizio vuole offrire un semplice inquadramento territoriale di base del territorio regionale attraverso più livelli informativi consultabili a differenti scale di visualizzazione. Le informazioni presentate e le loro modalità di rappresentazione costituiscono l'inquadramento territoriale di base per la maggior parte degli altri servizi tematici disponibili.
- *Modello Morfologico 3D.* Il servizio vuole fornire un accesso diretto a tutte le principali informazioni relative alla morfologia del territorio regionale. Tutte le informazioni in esso presentate derivano dall'elaborazione di dati di base e in particolare dal DTM a maglia regolare di 10 m di lato, prodotto sperimentalmente da Arpa Piemonte nel 2003. Sono consultabili dati altimetrici, di pendenza ed esposizione dei versanti, morfologia e caratterizzazione dei bacini idrografici. Il servizio offre inoltre un nuovo approccio alla consultazione dei dati territoriali ed ambientali attraverso l'impiego della modellazione virtuale tridimensionale del terreno. Attraverso il servizio è infatti possibile consultare modelli virtuali del terreno nella forma di modelli 3D realizzati con la tecnica del VRML (*Virtual Reality Model Language*), che consente un'esplorazione semplificata attraverso funzioni di *volo virtuale* su una vista tridimensionale del terreno.

Servizi Real Time – l'esempio del Radar Meteorologico



A tale catalogo si andranno nel tempo ad aggiungere nuovi servizi informativi inerenti sia nuovi livelli informativi geotematici sia altre tematiche ambientali trattate da Arpa Piemonte, come ad esempio la biodiversità, le radiazioni, l'inquinamento acustico, la conservazione della natura.

1.3.3.2 L'estensione del modello di diffusione Web-GIS alla meteorologia

Un campo di significativa evoluzione ed arricchimento del sistema di diffusione in rete del patrimonio informativo di Arpa è rappresentato dal tema della mappatura di variabili meteorologiche in

Figura 1.3.6 Schema di integrazione e diffusione Web-GIS dei dati meteorologici in tempo reale

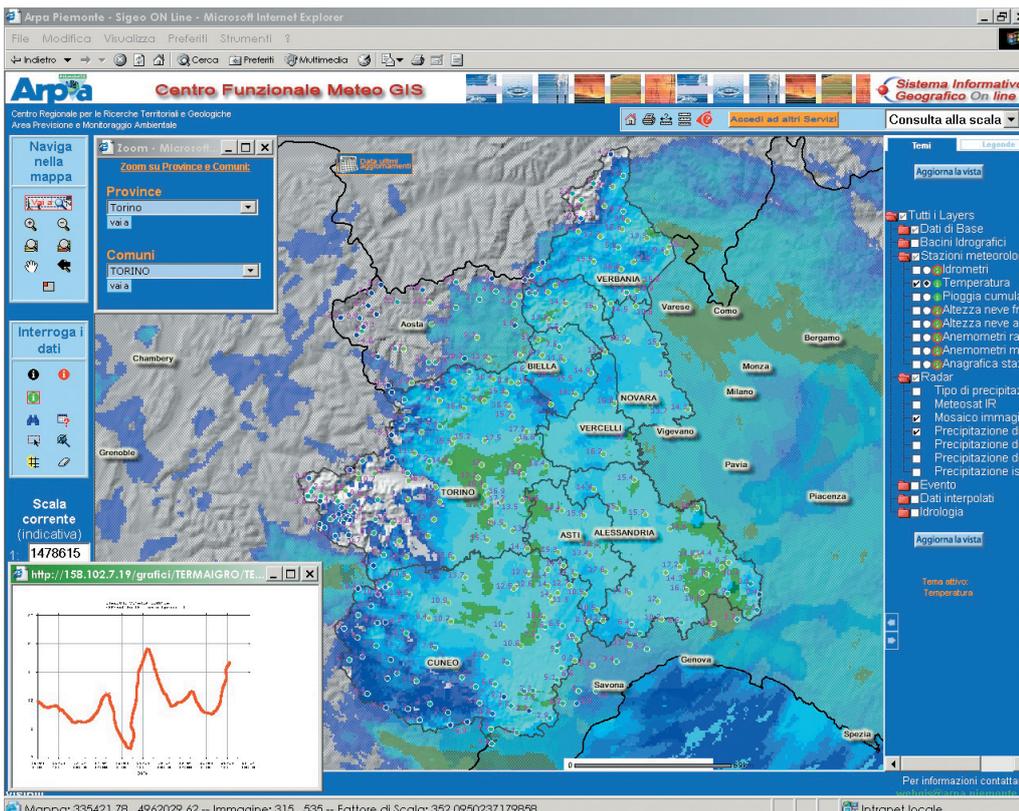


Figura 1.3.7 Servizio Informativo Geografico Web-GIS sui dati meteo in tempo reale (versione intranet disponibile per il Centro Funzionale)

tempo reale. Il modello adottato per lo sviluppo del sistema consente infatti la gestione, rappresentazione e diffusione di qualsiasi oggetto spazialmente riferito al quale è concettualmente integrabile la variabile temporale.

Su questo principio il Sistema Informativo Geografico può divenire strumento di analisi integrata di oggetti tematici differenti, aggiungendo alla visione spaziale quella temporale dell'evoluzione dei fenomeni ambientali.

Secondo questa logica sono stati progettati e realizzati, in collaborazione con l'Area per la Previsione e il Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte, processi di integrazione ed elaborazione automatica dei dati di misura del sistema di monitoraggio meteo-idrografico con i dati del sistema informativo geografico, con il fine di costruire uno strumento di analisi dei fenomeni meteorologici in grado di fornire una visualizzazione geografica degli eventi e della loro evoluzione nello spazio e nel tempo.

Sono attualmente operativi presso il Centro Funzionale sistemi *Web-GIS* in grado di mappare in tempo reale tutti i dati misurati dalla rete meteo-idrografica di Arpa (circa 400 stazioni automatiche al suolo) e dai due Radar Meteorologici di Bric della Croce (TO) e Monte Settepani (SV).

Attraverso tali sistemi è quindi possibile seguire e analizzare l'evoluzione dei fenomeni meteorologici in un contesto geografico standard sia per quanto riguarda le misure da rete fissa di temperatura, umidità, pressione, vento e precipitazione, sia per quanto concerne la stima qualitativa e quantitativa della precipitazione al suolo derivante da mappatura radar (valori istantanei e cumulati sulle 12 e 24 ore), livelli idrometrici, interpolazioni spaziali di temperature e precipitazioni (minime, massime e medie) sull'intero territorio regionale e sulle regioni limitrofe.

1.3.4

La rete di controllo sui movimenti franosi di Arpa Piemonte

Sul territorio regionale piemontese esistono numerosi sistemi di controllo sui movimenti franosi, installati dalle Amministrazioni Comunali, Provinciali, dalle Comunità Montane o da altri Enti. Tali sistemi di controllo sono di norma realizzati a seguito di eventi alluvionali, a seguito di palesato movimento di versante o comunque su settori di versante che, si teme, possano essere sede di fenomeni franosi. Nella maggioranza dei casi, tali interventi sono stati finanziati dall'ente regione, su richiesta delle amministrazioni interessate o su indicazione di uffici tecnici regionali.

Tutti i sistemi di controllo, per essere efficienti ed efficaci, richiedono attenzione, manutenzione e controllo protratti lungo archi di tempo di parecchi anni. La gestione di sistemi di controllo sui movimenti franosi e l'interpretazione delle relative risultanze

richiedono personale con specifiche conoscenze tecnico-scientifiche. Le Amministrazioni sopra nominate raramente dispongono di specifiche conoscenze tecniche per seguire direttamente l'effettuazione e l'interpretazione delle necessarie misure e difficilmente dispongono di risorse economiche proprie per affidare incarichi duraturi ad esperti esterni.

La Regione Piemonte istituì quindi apposita struttura, denominata RERCOMF (Rete Regionale di Controllo sui Movimenti Franosi), ora parte del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di Arpa Piemonte per farsi carico dei controlli e la cui attività si configura quindi come un servizio reso dalla struttura tecnica regionale agli Enti Locali nel campo dei controlli strumentali sui movimenti franosi.

La gestione delle strumentazioni operata dalla RERCOMF ha come obiettivi:

- garantire che le strumentazioni, installate con finanziamento pubblico, siano utilizzate al meglio ed adeguatamente mantenute;
- valutare l'evoluzione nel tempo dei fenomeni franosi;
- verificare l'efficacia di eventuali interventi di sistemazione realizzati;
- informare, ad intervalli regolari di tempo, le autorità competenti (Comuni, Prefettura, uffici regionali, ecc.) circa lo stato di evoluzione dei fenomeni franosi;
- valutare la variazione dei livelli di pericolosità dei fenomeni franosi a seguito di eventi piovosi intensi o prolungati.

Le attività svolte comprendono essenzialmente:

- presa in carico delle strumentazioni messe in posto dai vari enti;
- raccolta di tutta la documentazione disponibile sui siti strumentati;
- effettuazione delle misure strumentali, tramite imprese esterne;
- interpretazione dell'insieme delle risultanze;
- trasmissione delle risultanze e delle relative osservazioni ai Comuni interessati;
- consulenza tecnica ai Comuni od agli enti interessati in fase di progettazione e/o di installazione di nuovi sistemi di controllo;
- progettazione e direzione lavori per alcuni sistemi;
- promozione, anche tramite convenzioni o accordi con altri enti che si occupano di controlli sui movimenti franosi, della ricerca e della sperimentazione di nuovi sistemi di controllo;
- proposta di impianto di sistemi di controllo su quei movimenti la cui evoluzione potrebbe generare rischi per persone o infrastrutture.

I finanziamenti necessari ai servizi di cui sopra sono a carico di Arpa Piemonte; nessun onere economico grava sui Comuni o sugli enti interessati. Inoltre l'Agenzia provvede, con fondi propri, all'installazione di strumenti di misura in continuo laddove gli stessi siano ritenuti necessari per una

TABELLA 1.3.1 RIASSUNTO SINTETICO DELLA CONSISTENZA DELLA RETE (DATI APPROSSIMATIVI)

Siti strumentati	300
Sistemi di controllo topografico (convenzionale o GPS)	35
Inclinometri	650
Metri di tubo inclinometrico	23'000
Piezometri	350
Estensimetri, misuratori di giunti	120
Centraline automatiche di acquisizione (essenzialmente per dati piezometrici)	100
Inclinometri fissi o automatici	20

migliore comprensione delle dinamiche evolutive sui siti più critici.

La rete è di tipo estensivo ed include numerosi siti, ad oggi poco meno di 300, ciascuno dei quali attrezzato con relativamente pochi strumenti. Fanno eccezione alcuni fenomeni, i principali dei quali sono le frane di Rosone nel Comune di Locana (TO) e Ceppo Morelli (VB), attrezzati con strumentazioni complesse collegate a sistemi centrali che svolgono anche funzioni di allerta.

Gli strumenti più diffusi sono gli inclinometri a controllo manuale e la cadenza delle misure varia da una volta ogni due anni a quattro volte all'anno a seconda della criticità del sito. Ad oggi si segnalano movimenti su circa 100 siti.

Le risultanze vengono trasmesse agli enti interessati con cadenza variabile a seconda della criticità dei siti; complessivamente la RERCOMF trasmette circa 500 relazioni all'anno.

Nell'immediato futuro è prevista l'espansione delle attività mediante le seguenti azioni:

- analisi delle risultanze del progetto IFFI in Piemonte al fine di produrre un elenco ragionato di fenomeni franosi che possano richiedere l'installazione di un sistema di controllo;
- verifica dell'applicabilità e delle risultanze delle tecniche di interferometria satellitare con metodo SAR (*Synthetic Aperture Radar*) applicato ai controlli sui movimenti franosi. Alcune amministrazioni piemontesi hanno già provveduto autonomamente alla realizzazione di indagini SAR; Arpa Piemonte sta sviluppando un progetto, finanziato con fondi propri su quattro siti campione;
- valutazione di dettaglio delle dinamiche evolutive di alcuni fenomeni franosi dotati di strumentazione in continuo al fine di tracciare le relazioni tra *piogge, livelli piezometrici e movimenti* che possano rivelarsi utili per l'integrazione delle procedure di allertamento regionale per il rischio idrogeologico gestito da Arpa Piemonte;
- divulgazione in rete, attraverso gli strumenti WebGIS sopra descritte, della base-dati relativa ai controlli;
- utilizzo della RUPAR per la diffusione delle risultanze agli enti interessati.

Bibliografia

Arpa Piemonte (2004), *Il Progetto IFFI in Piemonte: Inventario dei fenomeni franosi in Italia*. Archivio Centro regionale per le ricerche territoriali e geologiche (<http://www.webgis.csi.it/Arpagis>).

Mc Harg I.L. (1969), *Design with Nature*. Doubly & Company, Inc. Garden City, New York.

Servizio Geologico d'Italia (2002a), *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 132-152-153 Bardonecchia*. Servizio Geologico Nazionale, Ente realizzatore Regione Piemonte – Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione.

Servizio Geologico d'Italia (2002b), *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 154 Susa*. Servizio Geologico Nazionale, Ente realizzatore Regione Piemonte – Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione.

