


Qualità Sicurezza Manutenzione

LabQSM

Q6



Sicurezza e
manutenzione
dell'ambiente costruito

Michele Di Sivo
Daniela Ladiana




ALINEA
EDITRICE

Qualità Sicurezza Manutenzione

LabQSM

Q6



Sicurezza e
manutenzione
dell'ambiente costruito

Michele Di Sivo
Daniela Ladiana



ALINEA
EDITRICE

Dopo la fase di crescita tumultuosa e disordinata, in cui sono stati compiuti molti errori, è sopraggiunto il momento di prenderci cura di ciò che abbiamo prodotto e del nostro territorio, per evitare che le nostre azioni future siano caratterizzate da assenza di riflessione, considerando che il tempo presenta un conto che paghiamo anche in termini di vite umane: infortuni, crolli di palazzi, disastri ferroviari, frane sono manifestazioni dello stesso problema su scale differenti.

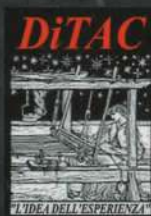
La domanda di sicurezza costituisce un aspetto intimamente connesso alla contemporanea domanda di qualità della vita: sotto l'impulso degli incidenti tecnologici succedutisi nel corso degli anni Settanta (Vajont 1976) e Ottanta (Chernobyl 1986), la sicurezza si è evoluta da prevenzione di incidenti a studio dell'affidabilità dei sistemi, consentendo la messa a punto di tecniche innovative di progettazione di impianti e sistemi tecnologici, l'individuazione di nuovi metodi di formazione, la sperimentazione di modelli organizzativi più adeguati, la diffusione di una rinnovata cultura dell'affidabilità tra progettisti, scienziati, tecnici e operatori, oltre che tra gli utenti di vari sistemi tecnologici complessi. Tali metodologie sono state progressivamente estese ai diversi ambiti e settori produttivi.

Il contesto culturale in atto esprime un bisogno di qualità dei sistemi antropici che può esplicitarsi come una richiesta non solo di efficacia, ma anche di attenta progettazione e gestione della durata degli stessi, nonché di costruzione ed uso in sicurezza.

Sembra quindi ragionevole ritenere che la domanda di sicurezza e manutenzione dell'ambiente costruito sia destinata ad espandersi e che sia necessario, pertanto, apprestare strumenti concettuali ed operativi idonei a precorrere - invece che a rincorrere - tale domanda e a darle una risposta governabile.

In tale ottica la fidezza, intesa come processo utile a programmare e garantire nel tempo il mantenimento in sicurezza della qualità dei sistemi, si potrebbe proporre come strategia di sviluppo o, meglio, come strategia del riequilibrio di una crescita sfuggita spesso ad ogni forma di controllo. La progettazione, la costruzione e la gestione della fidezza dei sistemi possono, infatti, rappresentare una vera e propria strategia di governo della complessità ai fini della sopravvivenza non solo dei sistemi urbani e edilizi, ma anche dell'ambiente.

Michele Di Sivo



MICHELE DI SIVO. Professore Straordinario in Tecnologia dell'Architettura presso il DiTAC, insegna alla Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. È direttore scientifico del LabQSM e coordinatore del Master di I Livello "Giovanni Ferracuti". Svolge attività professionale nel settore della progettazione architettonica, della manutenzione programmata e della sicurezza dell'ambiente costruito. Tra le pubblicazioni si segnalano: Il progetto di manutenzione (1992), Manutenzione e Sicurezza del Territorio (2004), Manutenzione Urbana (2004).

DANIELA LADIANA. Dottore di Ricerca in Cultura Tecnologica e Progettazione Ambientale presso il DiTAC, svolge attività di ricerca presso il LabQSM. Insegna alla Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. È docente, nel Master di I Livello "Giovanni Ferracuti", della disciplina "Metodi per la pianificazione della manutenzione urbana". Tra le pubblicazioni si segnalano: Cultura di manutenzione (2007), Manutenzione e gestione sostenibile dell'ambiente urbano (2007), Manutenzione programmata della città: un processo organizzativo complesso (2005).





Quaderno n.6

LabQSM

Laboratorio Qualità Sicurezza e Manutenzione

DiTAC

Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito

© copyright ALINEA EDITRICE s.r.l. – Firenze 2007
50144 Firenze, via Pierluigi da Palestrina, 17/19 rosso
Tel. 055 333428 – Fax 055 331013

*Tutti i diritti sono riservati:
nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo
(compreso fotocopie o microfilms) senza il permesso scritto della Casa Editrice*

ISBN XXXXXXX

e-mail: ordini@alinea.it
info@alinea.it – www.alinea.it

Laboratorio Qualità Sicurezza e Manutenzione

Coordinatore Scientifico

Michele Di Sivo

Comitato Scientifico

Luigi Cavallari, Sebastiano Carbonara, Walter Fabietti, Vincenzo Sepe
Facoltà di Architettura di Pescara

Andrea Prencipe
Facoltà di Economia di Pescara

Clara Bertolini, Rossella Maspoli
Politecnico di Torino

Maurizio Cattaneo, Luciano Furlanetto
Associazione Italiana di Manutenzione

Pier Giuseppe Mucci
Comune di Modena

Maurizio Bottaini
Manutencoop

Rui Afonso Braz
Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

Edoardo Salinas
Universidad Politecnica de Valencia

Ricercatori

Luca Ippoliti, Daniela Ladiana, Elisabetta Schiavone

Segreteria tecnica e organizzativa

Massimo Pitocco

Comitato di redazione

Michele Di Sivo, Daniela Ladiana, Elisabetta Schiavone

Questa pubblicazione, curata da Daniela Ladiana, è stata finanziata con il contributo del Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito e con fondi Murst ex 60%, responsabile Michele Di Sivo.

Finito di stampare nel dicembre 2007

Progetto grafico e impaginazione: Elisabetta Schiavone
Editor: Simona D'Intino

Copertina e separatori di Sezione: foto di Federico Maria Di Sivo

Stampa: Stampante srl – Calenzano (Firenze)

Sicurezza e manutenzione dell'ambiente costruito

**Michele Di Sivo
Daniela Ladiana**

Indice

Introduzione	7
<i>Michele Di Sivo e Daniela Ladiana</i>	
Sezione 1	
TEORIA E CONCETTI DELLA MANUTENZIONE E DELLA SICUREZZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO	
<i>Dall'affidabilità dei componenti alla fidatezza dei sistemi. Una evoluzione culturale e concettuale</i>	13
<i>Michele Di Sivo</i>	
<i>La fidatezza dei sistemi. Un nuovo requisito/obiettivo</i>	23
<i>Michele Di Sivo</i>	
<i>Progettare e gestire la fidatezza</i>	31
<i>Michele Di Sivo</i>	

Sezione 2

METODI DELLA MANUTENZIONE E DELLA SICUREZZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Metodi per la fidatezza 41

Daniela Ladiana

*Simulazioni e analisi sviluppate nell'ambito del laboratorio
di "Strategie di Gestione dei rischi per il Paesaggio"
del corso "ECOSCAPE - Valorizzazione del patrimonio
ambientale e paesaggistico"* 47

Daniela Ladiana

Bibliografia 73

LabQSM

PRODUZIONE SCIENTIFICA E FORMAZIONE 75

Introduzione

Michele Di Sivo e Daniela Ladiana

Questo testo – il sesto della linea editoriale *Quaderni* del Laboratorio “Qualità Sicurezza e Manutenzione (LabQSM)” – rielabora e mette a sistema alcuni dei materiali prodotti negli ultimi tre anni per la partecipazione a convegni e nell’ambito dell’attività didattica, al fine di fornire elementi di riflessione sui possibili approcci concettuali ed operativi alla sicurezza e manutenzione dell’ambiente costruito.

Un’importante serie di iniziative di ricerca sul binomio manutenzione e sicurezza dei sistemi edilizi è, infatti, in fase di sviluppo presso il Laboratorio “Qualità Sicurezza e Manutenzione” del Dipartimento di Tecnologie per l’Ambiente Costruito (DiTAC) della Facoltà di Architettura di Pescara.

L’obiettivo strategico di questa attività di ricerca è quello di verificare la possibilità di pervenire ad una superiore qualità del costruito mediante una progettazione ed una gestione che integrino i concetti e i metodi della teoria della manutenzione con quelli della sicurezza.

Sicurezza e manutenzione formano un binomio fondamentale per raggiungere un responsabile e duraturo approccio alla qualità del costruito.

Tale acquisizione della cultura contemporanea è di gran lunga più significativa per le società del cosiddetto Primo Mondo, che hanno sostanzialmente soddisfatto la maggior parte delle esigenze di ordine quantitativo e che esprimono – nella costruzione, trasformazione e gestione dei propri sistemi – attese di tipo essenzialmente qualitativo.

Il perdurare di modelli di potenziamento dei sistemi antropici volti allo sfruttamento dei suoli urbani e ad una spensierata ‘cannibalizzazione’ del territorio è, ormai, generalmente percepito non solo come una violazione del diritto di tutti ad una migliore qualità della vita e degli insediamenti, ma anche come una inaccettabile minaccia per la sopravvivenza dei sistemi stessi.

Il dibattito su tali questioni – soprattutto nella sua dimensione planetaria di sostenibilità dell’attuale modello di sviluppo – evidenzia una crescente e sempre più allargata esigenza di sicurezza, che si manifesta talvolta in forme patologiche, come nel caso della sindrome di *NIMBY (Not In My Backyard)* o della sua più recente evoluzione in *BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything)*.

La soluzione a tale emergenza non può essere certo l'interdizione da qualsiasi forma di azione, ma piuttosto l'adozione di approcci di progetto e gestione dei sistemi edilizi che siano fondati su un'assunzione di responsabilità individuale e collettiva e che rispondano a nuovi paradigmi culturali. In tale ottica, la cura del costruito e la sicurezza potrebbero costituire gli elementi fondanti dell'auspicata evoluzione culturale e tecnologica dalla dimensione quantitativa a quella qualitativa. Ecco che qualità, sicurezza e manutenzione vengono a configurarsi come dimensioni paradigmatiche del recente sviluppo della riflessione tecnologica, in cui la manutenzione svolge il ruolo di esplicitazione delle modalità di conservazione/trasformazione dei sistemi in un campo di azioni possibili che sono definite dagli obiettivi di sicurezza e di qualità dei sistemi stessi.

Dopo la fase di crescita tumultuosa e disordinata, in cui sono stati compiuti molti errori, è sopraggiunto il momento di prenderci cura di ciò che abbiamo prodotto e del nostro territorio, per evitare che le nostre azioni future siano caratterizzate da assenza di riflessione, visto che il tempo presenta un conto che paghiamo anche in termini di vite umane: infortuni, crolli di palazzi, disastri ferroviari, frane possono considerarsi manifestazioni dello stesso problema su scale differenti.

La domanda di sicurezza costituisce un aspetto intimamente connesso alla contemporanea domanda di qualità della vita: sotto l'impulso degli incidenti tecnologici verificatisi negli anni Settanta (Vajont, 1976) ed Ottanta (Chernobyl, 1986), la sicurezza si è evoluta da prevenzione di incidenti a studio dell'affidabilità dei sistemi, consentendo la messa a punto di tecniche innovative di progettazione di impianti e sistemi tecnologici, l'individuazione di nuovi metodi di formazione, la sperimentazione di modelli organizzativi più adeguati, la diffusione di una rinnovata cultura dell'affidabilità tra progettisti, scienziati, tecnici e operatori, oltre che tra gli utenti di vari sistemi tecnologici complessi. Tali metodologie sono state progressivamente estese ai diversi ambiti e settori produttivi. Il contesto culturale in atto rivela un bisogno di

qualità dei sistemi antropici che può esplicitarsi come una richiesta non solo di efficacia, ma anche di attenta progettazione e gestione della durata degli stessi, nonché di costruzione ed uso in sicurezza.

Sembra pertanto ragionevole ritenere che la domanda di sicurezza e manutenzione dell'ambiente costruito sia destinata ad espandersi e che sia necessario, di conseguenza, apprestare strumenti concettuali ed operativi idonei a precorrere – invece che a rincorrere – una tale domanda per dare ad essa una risposta governabile.

In questa prospettiva, la *fidatezza*, intesa come processo utile a programmare e garantire nel tempo il mantenimento in sicurezza della qualità dei sistemi, potrebbe assumersi come strategia di sviluppo o, meglio, come strategia del riequilibrio di una crescita che è sfuggita, spesso, ad ogni forma di controllo. La progettazione, la costruzione e la gestione della fidatezza dei sistemi possono rappresentare, in altri termini, una vera e propria strategia di governo della complessità finalizzata a tutelare la sopravvivenza non solo dei sistemi urbani e edilizi, ma anche dell'ambiente.

Manutenzione e sicurezza devono essere perseguite in quanto garanti della qualità del progetto e della permanenza in qualità del costruito.

La somma di questi due requisiti definisce il macrorequisito della fidatezza come proprietà fondamentale dei sistemi complessi che si realizza nella continuità di svolgimento in sicurezza delle funzioni stabilite.

Quello della fidatezza si propone, dunque, come un nuovo approccio al progetto, alla costruzione ed alla gestione di un sistema complesso, il cui obiettivo primario consiste nell'ottenere la sopravvivenza in sicurezza dello stesso.

È opportuno sottolineare che l'approccio della fidatezza alla progettazione e gestione dei sistemi edilizi permette di pervenire a risultati superiori rispetto all'implementazione separata dei sub-requisiti che lo compongono, poiché, nell'attuazione del processo edilizio, tali sub-requisiti s'in-

fluenzano reciprocamente: le esigenze di sicurezza condizionano i livelli di affidabilità e manutenibilità del sistema e, conseguentemente, i possibili provvedimenti di prevenzione e protezione; d'altra parte, l'attività manutentiva garantisce il controllo e la persistenza dell'efficacia dei provvedimenti di sicurezza e dei predefiniti livelli di affidabilità.

L'importante contributo che questo macrorequisito può fornire deriva dal progettare e gestire i sistemi edilizi ottimizzando non solo la disponibilità tecnica, ma anche il requisito-guida della sicurezza.

L'integrazione dei due sub-requisiti di manutenzione e sicurezza conferisce alla fidatezza un valore altamente strategico: il riconoscimento dei pericoli e dei rischi aiuta a "decidere come decidere" in un ambito caratterizzato da complessità.

Rispetto all'approccio affidabilistico, l'implementazione – all'interno del requisito della fidatezza – del sub-requisito della sicurezza presenta il vantaggio di poter determinare, in una realtà a complessità variabile, gli obiettivi minimi di progetto e di poterli gestire nel tempo, affiancandosi ai tradizionali metodi progettuali concepiti come approssimazione ad un obiettivo.

Nell'approccio della fidatezza, infatti, si individuano non solo gli obiettivi da conseguire, ma anche i pericoli da evitare: in un campo di infinite soluzioni possibili si riducono, così, le probabilità di fallimento della "missione" stabilendo innanzitutto quello che non può e non deve essere.

Il requisito/obiettivo della sicurezza, in quanto definizione del livello "minimo" di qualità atteso dal sistema, assume la funzione cibernetica di requisito-guida per la sopravvivenza dello stesso, concorrendo a delineare la strategia manutentiva, ovvero la somma di decisioni che ne determinano le modalità di sopravvivenza in sicurezza (quanta manutenibilità, affidabilità e sicurezza incorporare in fase progettuale e quali politiche manutentive adottare in fase gestionale).

La fidatezza postula una visione sistemica dell'oggetto e delle sue relazioni, non escluse quelle con le risorse umane indispensabili al mantenimento del requisito nei sistemi.

La fidatezza, infatti, si attua come processo socio-tecnico in cui svolgono un ruolo rilevante l'affidabilità, la manutenibilità e la sicurezza del sistema edilizio, ma anche l'affidabilità organizzativa dei singoli soggetti impegnati nel progetto e nella gestione.

L'attuazione del processo della fidatezza presuppone che si assumano come sistema la parte funzionale dell'oggetto, la sequenza di operazioni necessarie al permanere o all'evolversi dei requisiti e l'insieme delle risorse umane in esso investite.

Per una corretta ed efficace gestione dei sistemi complessi risulta, infatti, fondamentale abbandonare l'illusoria convinzione della praticabilità di modelli monodimensionali che valutano separatamente soltanto alcuni dei fattori in gioco: al lineare paradigma meccanicistico di causa-effetto, incapace di dar conto delle innumerevoli relazioni esistenti nella realtà, si deve piuttosto sostituire una rete causale la cui complessità sia in dipendenza di quella del sistema considerato e delle sue interazioni interne ed esterne. Il progetto e la gestione della fidatezza dei sistemi complessi dell'ambiente costruito (edifici, reti e infrastrutture urbane) richiedono lo sviluppo di metodi e strumenti di valutazione dei rischi quale basilare supporto dei processi decisionali volti alla programmazione della manutenzione; tale esigenza si riconosce come impellente laddove la vulnerabilità dei sistemi può dar luogo a rischi dagli effetti rilevanti.

L'adozione dei metodi di valutazione dei rischi nella dimensione del progetto di manutenzione di un sistema complesso consente di superare l'approccio euristico alla programmazione di interventi intesi come ripristino di una funzionalità menomata o interrotta, per pervenire alla previsione di azioni – interne o esterne al sistema – volte a mitigare o ridurre i livelli di rischio in un quadro di priorità che è definito dal valore degli elementi esposti (incolumità degli utenti, salvaguardia ambientale, integrità del sistema stesso).

Per la messa a punto e la verifica di strumenti e metodi utili al progetto ed alla gestione della fidatezza di sistemi complessi dell'ambiente costruito,

la cui vulnerabilità potrebbe comportare rischi non trascurabili, nella seconda parte del testo, che fa seguito a quella teorico-metodologica, si riporta una sintesi dei più significativi contenuti concettuali e metodologici di elaborazioni di carattere applicativo sul sistema territoriale.

La scelta di tale sistema come ambito di applicazione dei metodi della fidatezza è stata compiuta in considerazione della criticità che in esso assume il tema della sicurezza, ovvero del fatto che vi si manifesta, con particolare evidenza, la necessità di disporre di rigorosi strumenti per la determinazione delle priorità d'intervento e per la programmazione delle attività di prevenzione e manutenzione su cui concentrare le risorse disponibili.

Le applicazioni ivi riportate costituiscono simulazioni progettuali della fidatezza dei sistemi a scala territoriale prodotte, nell'A.A. 2002-2003, per il laboratorio di "*Strategie di Gestione dei Rischi per il Paesaggio*", che si è svolto a conclusione del corso di formazione on-line interdipartimentale "*ECO-SCAPE – Valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico*".

Le esercitazioni proposte ("Analisi e valutazione del rischio di inondazione di una valle" e "Gli avvenimenti catastrofici di Sarno: una indagine critica") erano tese a fornire esemplificazioni di analisi *ex-ante* ed *ex-post* di un evento calamitoso condotte utilizzando i metodi del *risk management* utili a definire le scelte migliori per la sicurezza e la manutenzione degli ambiti individuati.

L'ipotesi dell'applicazione delle teorie e dei metodi

della fidatezza nella progettazione e gestione dei sistemi dell'ambiente costruito sembra permettere il perseguimento di un nuovo modello sostenibile per i sistemi antropici – siano essi gli edifici, le città o il territorio –, demandando a tutti i progettisti coinvolti nell'attuazione dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito il compito di governare tali processi secondo un principio di responsabilità.

La teoria della fidatezza assomma in sé ed integra le precedenti teorie della manutenzione e della sicurezza. Se riflettiamo sul significato etimologico dei termini manutenzione (da *manu-tenere*, "tenere con la mano") e sicurezza (da *sine cura*, che significa in sostanza voler giungere ad un momento in cui non si hanno più preoccupazioni), si può arrivare a definire l'obiettivo dell'attività progettuale che implementa la fidatezza: *curare*, tenere con la mano, per giungere ad un momento in cui non si hanno più preoccupazioni.

Il perseguimento di questo stato è un atto eminentemente progettuale, un atto tecnico al quale non è estranea una componente innovativa, dal momento che mira ad un rigoroso controllo del sistema e delle sue relazioni interne ed esterne ampliando, così, il campo delle azioni possibili. La fidatezza dell'ambiente costruito arricchisce di nuovi concetti e contenuti la disciplina manutentiva, offrendo un'articolazione metodologica e strumentale adeguata al governo della varietà e della complessità degli input che gravano sul processo progettuale.

Pescara, 3 dicembre 2007

Gli autori



Sezione 1

Sezione 1

TEORIA E CONCETTI DELLA MANUTENZIONE E DELLA SICUREZZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Dall'affidabilità dei componenti alla fidatezza dei sistemi. Una evoluzione culturale e concettuale

Michele Di Sivo

Il tema della durata e della sicurezza degli esiti delle azioni di trasformazione dell'ambiente costruito rappresenta un'importante occasione di riflessione e di riformulazione della ricerca tecnologica. Un contributo rilevante può provenire, in particolare, dal campo della tecnologia dell'architettura che assolve ai ruoli informativi di guida e di ottimizzazione dei processi di trasformazione e produzione, ovvero da quella che Ciribini ha definito *soft-technology* distinguendola dalla *hard*, a cui sono demandate le operazioni di carattere esecutivo afferenti alle trasformazioni relative al processo materiale.

La tecnologia ha sempre costituito uno strumento basilare delle società umane; ne costituisce, anzi, un significativo parametro di riferimento per lo studio della loro stessa evoluzione. Nel tempo essa ha assunto un ruolo nuovo e fondamentale: *“è passata, cioè, da una funzione di strumento di potenziamento delle attività materiali a elemento ausiliario dell'attività intellettuale dell'uomo, venendo a far parte anche della sua cultura spirituale. Il che ci ha portato a dover operare un distinguo tra tecnologia forte (la tecnologia appartenente alla cultura materiale) e la tecnologia debole (quella propria della cultura cognitiva)...”*¹. La cultura tecnologica dell'architettura, intesa nell'accezione di guida di processi, non può prescindere dalla responsabilità di definire gli obiettivi cui volgere gli stessi; in altri termini, da strumento riferito alle attività di trasformazione, deve evolvere nella dimensione di guida dei processi orientati al perseguimento di obiettivi che superino l'attuale concezione quantitativa e materialistica della società contemporanea per proiettarsi verso nuovi equilibri nel sistema globale.

La tecnologia, da elemento di progressivo e potenzialmente irreversibile disequilibrio tra l'uomo e la natura e tra l'uomo e gli esiti stessi della sua attività di produzione, deve essere riconvertita in fattore riequilibrante, prevedendo un continuo esame critico delle tecnologie in tutte le punte più avanzate al fine di governare i fenomeni conseguenti al loro impiego.

Ridefinita in termini disciplinari come *“dottrina dei processi di trasformazione in genere, volta, in quanto tale, non solo a guidarli, ma pure a motivarli*



Figura 1. Sarcofago dell'impianto nucleare di Chernobyl

col rispondere correttamente, proprio nella prospettiva ecologica, all'interrogativo: a chi giova?"², la tecnologia viene a rappresentare uno strumento costituito da regole e procedure utili allo sviluppo dell'uomo in armonia con la natura pervenendo a risultati di tipo etico.

1. La fidatezza come possibile obiettivo dell'evoluzione tecnologica

Il tema della necessità di governare i processi antropici finalizzati alla produzione di oggetti ed alla trasformazione dell'ambiente costruito in termini di sostenibilità ambientale non è nuovo per la cultura tecnologica, dal momento che è stato lungamente dibattuto a partire dal contributo di Meadows³ del 1972; quello che risulta nuovo è, piuttosto, il livello di percezione, nella società contemporanea, della condizione di *rischio* collegata al perdurare dell'attuale modello di sviluppo.

Dopo la fase di crescita tumultuosa e disordinata, in cui sono stati compiuti molti errori, è sopraggiunta, finalmente, la consapevolezza della necessità di prenderci cura di ciò che abbiamo prodotto, anche perché il tempo presenta un conto che sempre più spesso paghiamo in termini di vite umane, costituendo infortuni, crolli e disastri ambientali manifestazioni dello stesso problema su scale differenti.

Riconoscere un pericolo - poiché le attese di sicurezza di una società sono di tipo evolutivo - è una capacità essenzialmente culturale. In altre parole, un evento è considerato pericoloso se la collettività lo riconosce come tale⁴: dalla sicurezza rispetto alle malattie, infatti, si è passati alla ricerca della sicurezza sul lavoro, della sicurezza ambientale, ecc. La sicurezza si configura come un *requisito/obiettivo* che si sposta perennemente in avanti.

La domanda di sicurezza che la cultura occidentale esprime si estende quindi, finalmente, alle generazioni future sottoforma di attesa di uno sviluppo sostenibile, ovvero di uno sviluppo delle generazioni presenti che non comporti rischi per quello delle generazioni future.

La ricerca e la sperimentazione tecnologica devono, pertanto, non solo cercare di governare i processi, ma anche stabilire e controllare che tali processi siano volti al conseguimento di obiettivi individuati.

Un contributo interessante in tale direzione può pervenire da linee di ricerca finalizzate a verificare la perseguibilità della scelta di assumere la *fidatezza* come requisito/obiettivo funzionale a programmare e garantire nel tempo il mantenimento della sicurezza e della qualità dei sistemi dell'ambiente costruito.

Il requisito della *fidatezza* si è affermato nei settori produttivi come ultima tappa dell'evoluzione della cultura della sicurezza, che, sotto l'impulso degli incidenti tecnologici, si è evoluta da prevenzione di incidenti a studio dell'affidabilità dei sistemi. Tale evoluzione ha consentito la messa a punto di tecniche innovative di progettazione di impianti e sistemi tecnologici, l'individuazione di nuovi metodi di formazione, la sperimentazione di modelli organizzativi più adeguati, la diffusione di una rinnovata cultura dell'affidabilità tra progettisti, scienziati, tecnici e operatori, oltre che tra gli utenti di vari sistemi tecnologici complessi.

Quello della *fidatezza* si propone come un nuovo approccio alla genesi ed alla regolazione di un sistema complesso, il cui obiettivo primario è la sopravvivenza in sicurezza dello stesso.

Progettare e gestire la *fidatezza* di un sistema, oltre che garantire idonei livelli di sicurezza per chi costruisce e ne usufruisce, significa programmare ed eseguire un insieme articolato di azioni per identificare, preservare ed estendere - tecnicamente, economicamente ed ecologicamente - la vita dei beni.

La progettazione, la costruzione e la gestione della *fidatezza* dei sistemi possono rappresentare una vera e propria strategia di governo della complessità finalizzata a tutelare la sopravvivenza non solo dei sistemi urbani e edilizi, ma anche dell'ambiente, giacché i prodotti del settore delle costruzioni, tradizionalmente, si distinguono rispetto agli altri per una specificità sostanziale del ciclo di vita: la lunghezza della vita utile. La ricerca del

carattere della "permanenza" conduce alla riscoperta dell'importante rapporto con i nostri oggetti, con le nostre città, con il nostro mondo come cura nel progetto e nella gestione dei sistemi e dei macrosistemi articolata su più livelli d'intervento (territorio, città, edifici e impianti).

Occorre, tuttavia, fare una precisazione sulla domanda di durata dei sistemi: quella che si persegue non è una 'imbalsamazione' dei manufatti esistenti, ma la permanenza in qualità.

Come è noto, la qualità di un bene è in funzione dell'uso prestabilito e dei livelli di sollecitazione ai quali sarà sottoposto nel corso del suo ciclo di vita utile. È, quindi, una grandezza relativa che deve essere accuratamente prevista e progettata durante le fasi di concezione, di scelta delle soluzioni tecnologiche e di ottimizzazione dei rapporti di valore tra le prestazioni e i costi.

La ricerca in atto verifica l'applicabilità all'ambiente costruito dei concetti e dei metodi della *fidatezza* maturati nell'ambito industriale, ovvero la possibilità di superare le difficoltà insite nel passaggio della cultura della *fidatezza* da un sistema complesso ad un sistema diversamente complesso.

2. Dall'affidabilità alla *fidatezza*

La *fidatezza* dei sistemi, nel suo più vasto significato, è definita come la scienza dei guasti, poiché di questi consente la conoscenza, la previsione, la misurazione ed il controllo. Ciò si realizza grazie alla determinazione congiunta, in fase di progetto, dei tre requisiti di *affidabilità*, *manutenibilità* e *sicurezza* e, successivamente, grazie al loro controllo in fase di gestione.

L'*affidabilità*, requisito fondante dell'evoluzione concettuale verso la *fidatezza*, trae origine dalla sua storia nel campo aeronautico e per questo, fin dall'inizio, è stata associata al requisito della sicurezza.

Prima degli anni '40, gli aspetti qualitativi dell'affidabilità e della sicurezza erano intuiti - più che



Figure 2 e 3. Gli studi per la progettazione del V1 permisero di enunciare la prima formula per il calcolo dell'affidabilità.

conosciuti – grazie all'esperienza dei progettisti. I primi ingegneri che si occuparono di affidabilità e di sicurezza, infatti, si basavano sul principio che *“una catena non poteva essere più forte del suo anello più debole”*, proprio perché sotto carico si sarebbe certamente spezzata a livello di tale anello: questa teoria fu formulata da Pierce e costituì il primo assioma nello studio dell'affidabilità.

Negli anni '40, le conoscenze sull'affidabilità furono notevolmente sviluppate per la necessità – in tempo di guerra – di progettare e produrre apparecchiature sicure ed efficaci. In seguito allo studio del missile tedesco V1, Robert Lusser enunciò la prima formula per il calcolo dell'affidabilità dei sistemi realizzati mediante componenti in serie,

superando così la nozione di anello debole.

Negli USA, durante lo stesso periodo, gli sforzi per implementare l'affidabilità si rivolsero soprattutto al miglioramento del governo della qualità nel tempo, perfezionando la progettazione ed il controllo della durata utile dei componenti e dei sistemi anche grazie all'uso dei metodi probabilistico-previsionali.

Sempre negli USA, nel corso degli anni '50, la teoria dell'affidabilità ebbe un notevole impulso in relazione all'esigenza di regolare e controllare componenti elettroniche.

La crescente complessità di tali sistemi, infatti, specialmente negli armamenti militari, era la causa di un elevato numero di guasti che provocavano un cospicuo incremento delle spese di manutenzione. Per queste ragioni, nel 1952, il Dipartimento della Difesa decise di creare il Comitato Consultivo per l'Affidabilità delle Attrezzature Elettroniche (AGREE), i cui studi dimostrarono che i costi di manutenzione degli equipaggiamenti elettronici erano significativamente superiori al loro stesso valore.

Il comitato AGREE giunse alla conclusione che, per rompere la spirale dei costi di manutenzione dovuti alla scarsa affidabilità dei componenti, quest'ultima dovesse essere assunta come caratteristica fondamentale da determinare accuratamente in fase progettuale. Si iniziava, inoltre, ad intuire l'incidenza della difficoltà di attuare operazioni manutentive su sistemi complessi non concepiti per favorire tali azioni, aprendo così il campo agli studi sul requisito di *manutenibilità* che sarebbe stato definito di lì a poco.

Le conclusioni del rapporto AGREE furono pubblicate come norma militare americana e adottate, poi, anche dalla NASA e da altre industrie ad alta tecnologia, che puntarono alla creazione di componenti di elevata qualità e alla sicurezza d'uso. Nello stesso periodo, gli studi sull'ergonomia si indirizzarono sul funzionamento cognitivo umano nelle situazioni di lavoro, cercando di stabilire la natura e l'origine dell'errore umano ritenuto responsabile di tanti incidenti.

La ricerca era basata sulla distinzione tra “errore umano” ed “errore tecnico” e, di conseguenza, tra infortunio e guasto.

L'approccio dell'imputazione individuale dell'infortunio condusse, alla fine degli anni '60, al tentativo di identificare le 'caratteristiche individuali' dei lavoratori implicati negli incidenti e, quindi, le cause individuali dell'infortunio. I risultati portarono, però, solamente all'individuazione di generici tratti di impulsività e distrazione che non rendevano operativamente utile tale ricerca.

Gli anni '60 videro la nascita di molti, nuovi metodi di analisi dell'affidabilità soprattutto nell'ambito dell'industria aeronautica, aerospaziale e nucleare. Furono svolte le prime indagini dettagliate sui guasti di componenti e sui loro effetti nel comportamento del sistema. Matematici come Birnbaum, Barlow, Proschan, Esary e Weibul contribuirono allo sviluppo della matematica dell'affidabilità.

Le analisi preventive dei guasti divennero sempre più importanti, specialmente nel campo degli armamenti nucleari, e crebbero in complessità, tanto da richiedere l'uso del metodo dei diagrammi a blocchi dell'affidabilità.

Nel 1961, Watson dei Laboratori Telefonici Bell introdusse il concetto di albero dei guasti come metodo per valutare la sicurezza di un sistema progettato per controllare il lancio del missile Minuteman. In seguito Hassl, lavorando per Boeing, riutilizzò il concetto e inventò il modo di costruzione dell'albero dei guasti. Da allora la compagnia Boeing ha applicato regolarmente tale metodo. In quegli stessi anni fu concepito, sempre nel campo aeronautico, il metodo dell'analisi delle modalità di guasto e degli effetti (*FMEA*), usato all'inizio solo da MacDonnell Douglas e adottato successivamente in tutti i regolamenti dell'industria aeronautica americana.

Nel 1965, il Dipartimento della Difesa pubblicò un nuovo modello (Programmi di Affidabilità per Sistemi ed Impianti), in cui si consigliava l'integrazione di un programma di affidabilità con le atti-

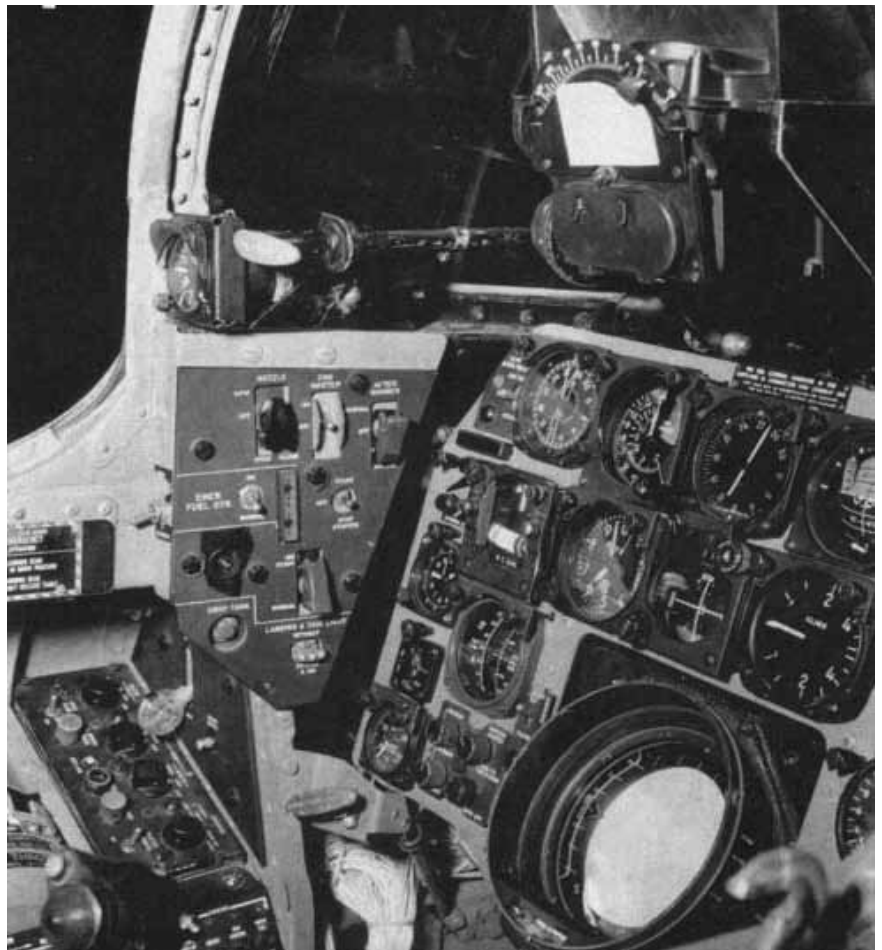


Figura 4. Equipaggiamento elettronico del velivolo F-86D (anni '50)

ività di progettazione, sviluppo e produzione: un programma integrato, attuato in fase di progetto, fu dunque riconosciuto come l'unico mezzo per prevenire ed eliminare i potenziali problemi di affidabilità nella fase di sviluppo.

La progettazione non era più assunta come una fase analoga ad altre del ciclo produttivo, ma inglobava in sé il controllo di ogni aspetto non solo di ideazione, ma anche di costruzione, manutenzione e dismissione.

Negli anni seguenti, questi sforzi produssero una significativa riduzione dei costi di manutenzione, confermando così l'importanza dei nuovi programmi sull'affidabilità.

Nello stesso arco di tempo fu sviluppato il con-

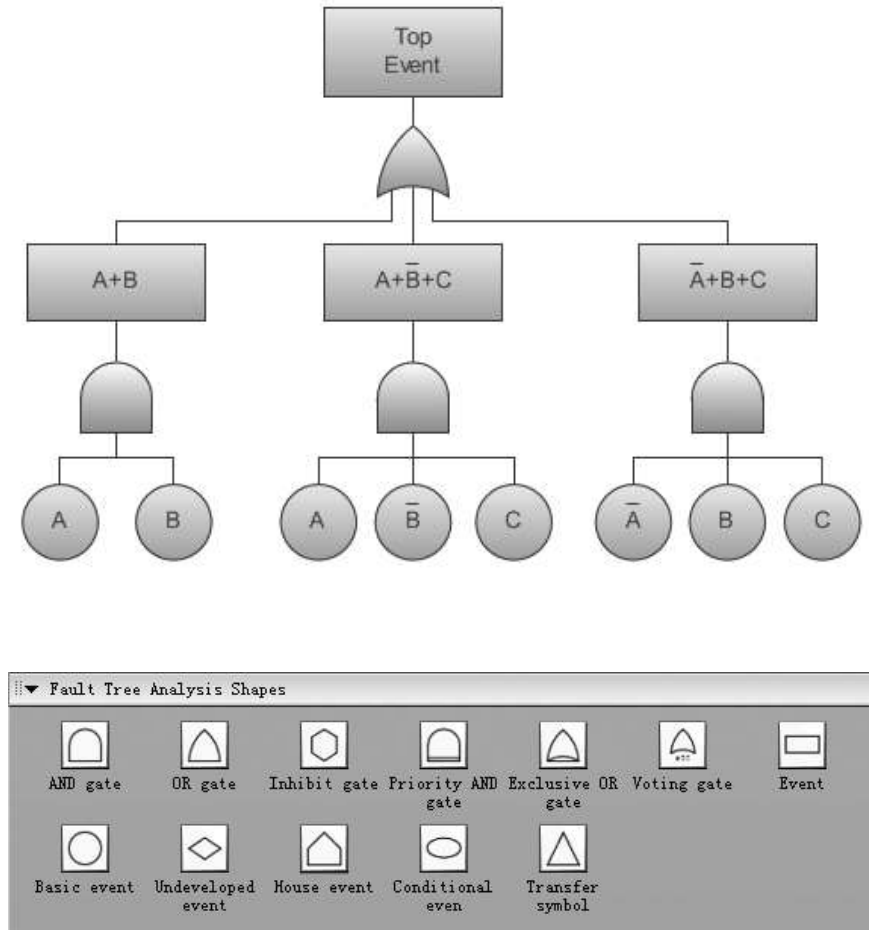


Figura 5. Albero dei guasti

cetto di *manutenibilità*, anch'esso ispirato dall'innalzamento dei costi annuali di manutenzione dei sistemi sempre più sofisticati e, in secondo luogo, dai costi derivanti dall'indisponibilità.

All'affidabilità si accostò, quindi, la *manutenibilità* come requisito ad essa complementare: infatti, se l'affidabilità consentiva di implementare in fase progettuale condizioni per il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di funzionamento dei componenti del sistema, era al contempo indispensabile pensare a come riuscire – quando necessario – ad attuare le operazioni manutentive nel modo più facile, veloce ed efficace.

La *manutenibilità* venne dunque a configurarsi come caratteristica progettuale che facilitava l'attività manutentiva nel corso della vita del compo-

nente e che, diminuendo il tempo di ripristino delle funzioni, aumentava la disponibilità del sistema. Anche l'interesse per la sicurezza crebbe notevolmente, soprattutto nei settori più a rischio, tanto da divenire materia autonoma.

Ciò è testimoniato dal fatto che, nel 1966, il Dipartimento della Difesa volle che fossero compiuti studi sulla sicurezza inerenti a tutte le fasi di sviluppo della propria produzione.

Questi criteri (Programmi per la Sicurezza di Sistema per Sistemi ed Attrezzature e Sottosistemi Associati) sono stati sistematicamente applicati dal 1969 in poi. L'interesse per la sicurezza divenne essenziale anche nella costruzione di impianti nucleari. Per la prima volta nella fase progettuale si prendevano in esame i potenziali disastri: gli incidenti erano classificati secondo la loro gravità e frequenza e, quindi, analizzati attentamente per valutare se le conseguenze sull'ambiente fossero accettabili o meno.

Grazie alla ricerca nei settori a rischio, la sicurezza si arricchiva di nuovi significati, essendo non più relegata all'esclusivo uso dell'oggetto, ma progressivamente rivalutata come bisogno inalienabile dell'uomo, cosicché elementi esposti ai pericoli derivanti dai processi produttivi erano considerati non più soltanto i "clienti", ma anche i lavoratori, successivamente la collettività e, infine, l'ambiente.

Negli anni '70, gli studi sull'ergonomia, già attivi da un ventennio, giunsero ad una svolta nella valutazione dell'errore umano rovesciando i termini della precedente concezione della sicurezza: si passò, infatti, da una concezione atomistica, per singole parti (uomo, macchina, ambiente), ad una concezione *relazionale* del lavoro.

In tale concezione l'errore umano e quello tecnico potevano essere giudicati entrambi come il risultato di un cattivo funzionamento del sistema globale; ma soprattutto, l'osservazione doveva essere spostata dai singoli elementi alle relazioni tra gli stessi, ovvero alle "interrelazioni" o "interfacce" (uomo/macchina, singolo/gruppo, lavoratore/lavoro svolto, uomo/ambiente).

L'ergonomia dei sistemi instaurò una concezione non più correttiva ma preventiva della sicurezza. La differenza tra le due prospettive consisteva in una sostanziale diversità d'approccio: da un lato in termini di infortuni individuali da evitare, dall'altro in termini di funzionamento globale "affidabile". In questa nuova veste la sicurezza – riferita non più alle sole caratteristiche dell'oggetto, ma all'organizzazione dei fattori umani e tecnologici con cui si progettava, realizzava e gestiva l'oggetto stesso – si trasformava in proprietà del sistema complesso (sistema socio-tecnico) e si traduceva in efficienza organizzativa, cioè nella capacità propria di persone e mezzi di raggiungere un determinato obiettivo (prefissato dal progetto) attraverso l'attuazione di un processo di cui si fossero razionalizzate tutte le fasi.

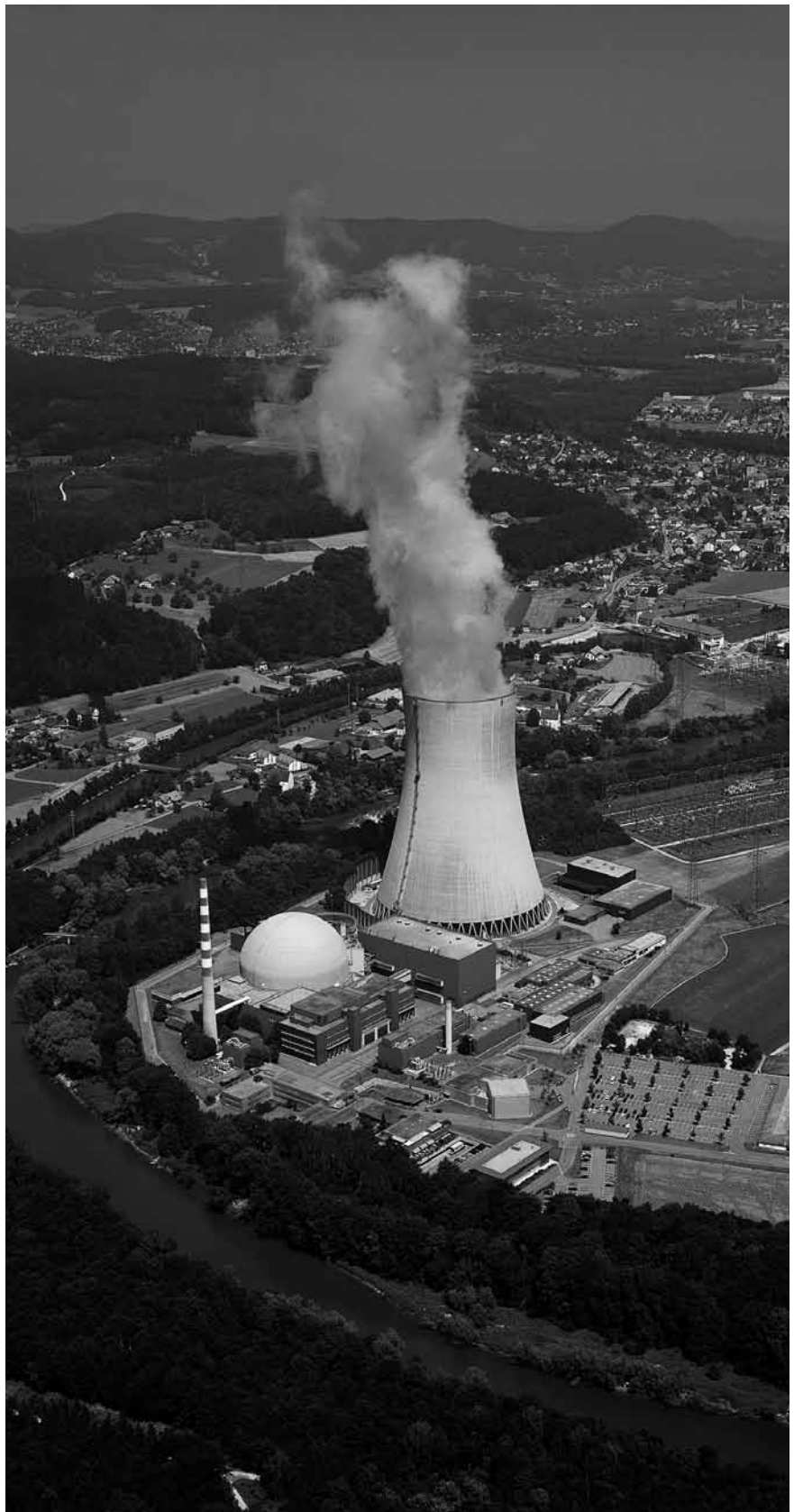
Il controllo dell'organizzazione si attuava mediante tecniche previsionali/progettuali derivanti dalla teoria dell'affidabilità come momento di verifica della sicurezza del processo organizzativo basato sulla previsione delle probabilità di inefficacia e di ripristino dell'efficacia.

Questo nuovo requisito di sicurezza fu chiamato *affidabilità organizzativa* e concepito nei termini di un'attività di gestione da svolgersi nel tempo, attraverso le tecniche previsionali e progettuali della teoria dell'affidabilità, come:

1. previsione della probabilità che il sistema divenisse inaffidabile e che si verificasse, pertanto, un evento impattivo per la sicurezza;
2. previsione della probabilità di ripristino dell'affidabilità.

La prima era un'operazione di conoscenza che forniva il grado di affidabilità del processo, la seconda un'operazione di decisione che forniva le azioni preventive volte ad incrementarne l'affidabilità.

Si comprese quindi che, per raggiungere adeguati livelli di sicurezza, era necessario gestire innanzitutto i rischi dell'organizzazione: furono le premesse per la nascita del *Risk Management*, una





metodologia che garantiva l'analisi preventiva dei rischi, la loro valutazione e il loro futuro controllo.

Nel 1975 venne pubblicato lo studio di Rasmussen sui rischi di un impianto nucleare, che valutava i potenziali pericoli per le popolazioni che vivevano nei pressi delle centrali.

Furono presi in considerazione molti scenari disastrosi, che andavano dal guasto dei componenti di sistema agli errori commessi da operatori durante i test e le operazioni di manutenzione e di controllo del reattore.

Il rischio fu definito come l'insieme delle possibilità annuali di fatalità a danno delle popolazioni vicine imputabili ad un incidente causato dal rilascio di sostanze radioattive.

Per valutare scenari disastrosi furono sviluppati molti nuovi metodi affidabilistici, incluso il "Metodo dell'albero degli eventi". Questa prima analisi dei rischi aveva lo scopo di rassicurare il movimento ambientalista in crescita negli USA, ma soprattutto di definire le reali criticità in materia di sicurezza identificando i punti deboli e quelli forti delle centrali.

Nel 1983 fu scritta e pubblicata, su richiesta delle autorità preposte alla sicurezza, un'impressionante *Guida alla Valutazione Probabilistica dei Rischi (PRA) per gli Impianti ad Energia Nucleare*: l'obiettivo era di fornire procedure alle organizzazioni che intendevano portare avanti simili analisi.

In tale studio la sicurezza assumeva una metodica specifica di analisi e di valutazione che, in fase di progetto, usava i metodi affidabilistici e della manutenibilità per gestire i rischi dell'organizzazione, considerando sia i guasti tecnici, sia gli errori umani, sia comportamenti e scelte sbagliate.

Dall'inizio degli anni '70 e per tutti gli anni '80 tali metodi furono ampiamente adottati nei settori dell'industria petrolifera e chimica, dei trasporti aerei, ferroviari e automobilistici, ovvero in una grande varietà di attività e sistemi aventi strutture tecnologiche ed umane molto diverse tra loro.

I requisiti di affidabilità, manutenibilità e sicurezza

sono stati sempre più utilizzati per adeguarsi ai regolamenti o come obiettivi auto-imposti dagli stessi staff addetti ai progetti.

La cultura della sicurezza affermatasi in quegli anni ha dato vita ad un nuovo tipo di normativa (in Italia D. Lgs. 626/94, 494/96, 528/99, ecc.) che fosse da stimolo all'applicazione del *Risk Management* come strumento preventivo di gestione dell'organizzazione del sistema socio-tecnico durante l'intero ciclo di vita del manufatto.

Negli ultimi anni lo sviluppo della cultura della sicurezza intesa come *safety life-cycle*, cioè come sicurezza estesa a tutti gli aspetti e gli attori che s'incrociano durante la vita utile del sistema, ha portato alla valutazione dei rischi connessi ad un campo sempre più vasto di possibili danni quali indisponibilità, danni economici, danni a persone o cose, danni all'ambiente.

La valutazione preventiva consente di gestire i rischi, calibrando le scelte di progetto e pianificando la gestione, attraverso la programmazione del budget e l'individuazione dei tempi e dei modi della manutenzione.

La più recente evoluzione di una tale cultura comporta l'assunzione del processo progettuale come attività strategica utile a definire ed incorporare la qualità dei sistemi e come momento fondamentale per il mantenimento degli standard durante tutto il tempo prefissato di vita utile mediante un approccio integrato all'affidabilità, alla manutenibilità e alla sicurezza.

La nuova cultura della fidezza permette di organizzare, mantenere e garantire il controllo di un sistema socio-tecnico al fine di soddisfare le esigenze derivanti dall'interazione con la società (norme volontarie e obbligatorie, esigenze d'uso, necessità del mercato, ecc.), assumendo il significato di ricerca di adeguatezza alle necessità dell'uomo (sia contemporaneo che futuro), in una dimensione etica di maturata attenzione agli aspetti della salvaguardia dell'ambiente, ed investendo anche problematiche relative alla sostenibilità dello sviluppo tecnologico e alla sicurezza collettiva.



Note

1. Ciribini G., 1984, *Tecnologia e Progetto - Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino.
2. *Ibidem*.
3. Meadows D.H., 1972, *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano.
4. Nei paesi industrializzati, ad esempio, la contaminazione e l'inquinamento ambientale sono pericoli esistenti da diversi decenni, ma solo in tempi relativamente recenti si sono valutati i rischi connessi.

La fidatezza dei sistemi. Un nuovo requisito/obiettivo

Michele Di Sivo

1. Il requisito della fidatezza

Per *sicurezza* s'intende la probabilità che non si crei rischio, in altre parole che in situazione di vulnerabilità il pericolo non generi danni. La sicurezza d'uso si definisce, nella fattispecie, come la probabilità che l'entità compia la funzione richiesta in date condizioni d'utilizzo per un periodo prefissato senza provocare danni. Se quello che ricerchiamo in un sistema è, invece, la continuità di svolgimento delle funzioni stabilite, quindi la sua utilizzabilità, faremo riferimento alla proprietà della *disponibilità*. La somma di questi due requisiti individua il macro-requisito della *fidatezza* come proprietà fondamentale dei sistemi complessi, che esprime la continuità di svolgimento in sicurezza delle funzioni stabilite e può definirsi come *attitudine di un sistema ad adempiere in sicurezza alla funzione richiesta per un dato periodo*.

La definizione fornita di fidatezza, come caratteristica di un sistema esplicitabile nella somma dei requisiti di disponibilità (affidabilità, manutenibilità, logistica della manutenzione) e sicurezza, ci induce a qualche riflessione: la duplice natura della fidatezza sembrerebbe condurre a due ipotesi di lavoro distinte; in realtà è necessario postulare non una dicotomia, bensì una integrazione che implementi le due fondamentali funzioni della sopravvivenza della qualità dei sistemi.

L'integrazione delle funzioni all'interno del processo della fidatezza è evidente qualora si tenti di effettuare una gerarchizzazione tra i suoi sub-requisiti, ovvero tra sicurezza e disponibilità: intervenire su di un sistema a partire dal requisito della sicurezza comporta anche il perseguimento della disponibilità; analogamente, all'implementazione del requisito della disponibilità conseguono effetti anche per quello della sicurezza.

L'integrazione si attua nella natura processuale del requisito della fidatezza in quanto caratteristica dei sistemi che deve essere accuratamente progettata, ma anche necessariamente garantita nel tempo.

Si costituiscono così due fasi interdipendenti: quella della progettazione e quella della successiva gestione, che configurano la fidatezza non come grandezza statica, ma come processo dinamico evolutivo.

Per delineare le caratteristiche che contraddistinguono questo meta-requisito, è utile partire da qualche ulteriore riflessione sullo strumento dell'analisi dei rischi che permette di conferire alla fidatezza importanti contenuti.

Per la determinazione dei rischi connessi all'uso dei sistemi ci si avvale di metodologie basate anche sulla rilevazione delle cosiddette "vulnerabilità", cioè di quelle debolezze – talvolta invisibili – insite nei sistemi complessi e capaci di amplificare i danni qualora una serie di concause, spesso di non grave entità se valutate singolarmente, si sommino innescando meccanismi non di rado irreversibili (ad esempio il crollo di un edificio).

Tali vulnerabilità devono essere ricercate non solo nella struttura del sistema, ma anche nelle relazioni tra lo stesso e il suo contesto: ad esempio, se si considera la relazione tra edificio e sito, l'errata scelta dell'opera di fondazione può costituire causa di vulnerabilità nel caso di un'azione meccanica esterna derivante da un sisma o da un'alluvione.

La metodologia della valutazione dei rischi, coerentemente con l'evoluzione del concetto di sicurezza, si può proporre come uno strumento utile non solo per prevenire la possibile perdita di vite umane, ma anche per garantire la tutela di altri valori: se la sicurezza si configura come un *requisito/obiettivo* che si sposta perennemente in avanti, l'analisi dei rischi ne rappresenta lo strumento duttile, funzionale a perseguire e ad implementare sempre nuovi livelli di sicurezza.

Tali concetti inducono a svolgere qualche riflessione sull'applicazione della *teoria della fidatezza* ad un sistema: il riconoscimento – sostanzialmente etico – dei pericoli e dei rischi acquista una valenza strategica, aiutando a "*decidere come decidere*" in un campo caratterizzato da complessità.

Il requisito/obiettivo della sicurezza, in quanto determinazione del livello "minimo" di qualità attesa dal sistema, assume il valore cibernetico di requisito-guida per la sopravvivenza dello stesso concorrendo a definire le strategie manutentive e preventive, ovvero la somma di decisioni che ne

La metodologia preventiva della valutazione dei rischi è una tecnica già consolidata in molti campi, come l'economia, per definire priorità e stabilire budget.

Essa si articola in due fasi: individuazione del pericolo e raccolta di tutte le informazioni necessarie alla formulazione del giudizio finale; determinazione e calcolo dei rischi in termini probabilistici.

La formula per il calcolo dei rischi è:

$$R = H \times D$$

(*H = pericolo - hazard in inglese; D = danno potenziale derivante dal pericolo*)

che, considerando la vulnerabilità, diventa

$$R = H \times V \times E$$

(*V = vulnerabilità; E = elemento esposto al danno*)

Il rischio si traduce, quindi, nella probabilità che un pericolo, sollecitando un sistema afflitto da vulnerabilità, possa provocare danni. L'elemento esposto può essere quantizzato in termini di vite umane potenzialmente coinvolgibili o in valore del bene.

stabiliscono le modalità di sopravvivenza in sicurezza (quanta manutenibilità, affidabilità e sicurezza incorporare in fase progettuale, quali politiche manutentive adottare in fase gestionale, ecc.). Anche l'altro requisito della fidatezza, la disponibilità, si riveste, alla luce della teoria della fidatezza, di nuove connotazioni.

Com'è noto, la disponibilità costituisce l'attitudine di un sistema ad adempiere alla funzione richiesta, per un periodo prefissato, sotto gli aspetti combinati di affidabilità, manutenibilità e supporto logistico; come sub-requisito della fidatezza, la disponibilità diventa l'attitudine di un sistema ad adempiere ad una funzione richiesta unitamente alla funzione addizionale conferitagli dal sub-requisito/obiettivo della sicurezza.

Il perseguimento della fidatezza dell'ambiente costruito comporta una riflessione epistemologica, poiché la questione del metodo della conoscenza per tale orientamento non è certamente irrilevante. La realtà infatti, a causa della sua elevata e

crescente complessità, impone l'assunzione di modelli d'interpretazione adeguati: la logica sistemica rappresenta, attualmente, l'approccio più evoluto ed efficiente all'osservazione ed alla comprensione del dato reale secondo una visione non riduzionistica e semplificatrice.

2. L'approccio sistemico

Dopo la conferenza di Rio¹ l'ambiente costruito è riconosciuto come sistema, ovvero come luogo dove le parti *si mettono insieme*, dove la natura delle loro relazioni diviene oggetto di studio, dove il contesto chiarisce la stessa natura delle cose, dove la *configurazione*, ovvero la forma ad un certo tempo t , è l'espressione del ruolo di parti diverse legate da diverse relazioni con lo spirito adattivo richiesto in quella particolare condizione. Le configurazioni possibili, date dalle combinazioni pressoché infinite che parti in connessione tra loro possono assumere sotto l'influenza di contesti



diversi, sono molteplici e totalmente differenti le une dalle altre. Ecco allora che fa il suo ingresso quel concetto di complessità che, nel pensiero scientifico del XX secolo, va ad occupare un ruolo centrale come un nuovo punto di vista che alimenta un nuovo modo di pensare.

Secondo Fritjof Capra² *“i sistemi viventi sono totalità integrate le cui proprietà non possono essere ricondotte a quelle di parti più piccole. Le loro proprietà essenziali, o ‘sistemiche’, sono proprietà del tutto, che nessuna delle parti possiede. Esse traggono origine dalle ‘relazioni organizzanti’ delle parti, cioè da una configurazione di relazioni ordinate che è tipica di quella particolare classe di organismi o di sistemi. Le proprietà sistemiche vengono distrutte quando un sistema è sezionato in elementi isolati”*.

Capra continua: *“nello spostamento dal pensiero meccanicistico al pensiero sistemico, la relazione fra le parti e il tutto è stata invertita. Nell’ambito della scienza cartesiana si riteneva che in ogni sistema complesso il comportamento del tutto potesse venir analizzato nei termini delle proprietà delle sue parti. La scienza sistemica dimostra che i sistemi viventi non possono essere compresi per mezzo dell’analisi. Le proprietà delle parti non sono proprietà intrinseche, ma si possono comprendere solo nel contesto di un insieme più ampio. Il pensiero sistemico è dunque pensiero contestuale; e poiché spiegare le cose nei termini del loro contesto significa spiegarle nei termini del loro ambiente, possiamo anche affermare che tutto il pensiero sistemico è pensiero ambientale”*. E ancora: *“per i sistemici le relazioni hanno un’importanza primaria, mentre i confini degli schemi visibili (oggetti) diventano secondari”*.

L’approccio sistemico consente il passaggio da una conoscenza di tipo omnicomprensivo e deterministico ad una conoscenza utile della realtà proponendo un uso strategico della ragione.

L’utilità di quest’approccio è tramandata dalla mitologia greca, che racconta come Zeus abbia sposato *“in prime nozze Meti, dea della ragione astuta, che poi inghiottì per appropriarsi del suo potere strategico-congetturale (metis appunto)*

*prendendo successivamente in moglie Temi, dea della giustizia e del conchiuso rigore razionale (il logos)”*³.

Il pensiero moderno, constatati i limiti del *logos*, mediante l’approccio sistemico finalizzato alla cibernetica si riappropria dell’arte della congettura strategica della *metis*. In un *“cosiffatto uso strategico della ragione, presente nella metis, per riordinare metodi e risultati del logos, la selezione aleatoria dei dati previsionali è funzionale all’esito di una lotta e a un’accorta distribuzione delle scarse forze disponibili”*⁴.

La logica sistemica risulta di grandissima utilità nell’informare la mente alla razionalizzazione di fenomeni complessi, solo apparentemente diversi tra loro (ad esempio il funzionamento di una macchina, di un essere vivente e di una qualsiasi organizzazione sociale), ed è perciò patrimonio comune a molte discipline, permettendo di definire modelli adeguati per l’interpretazione e la progettazione di sistemi presi in considerazione non in quanto entità astrattamente isolate, ma nella totalità delle interazioni dinamiche delle parti costituenti e di queste con il sovra-sistema in cui sono inserite. L’applicazione della teoria dei sistemi può fornire modelli interpretativi finalizzati all’integrazione di fattori non solo tecnici, ma anche sociali ed umani, premesso che quelli oggetto dello studio della fidezza sono di tipo socio-tecnico, caratterizzati cioè da una dinamica che è determinata da componenti tecnologici ed umani e dalle loro interazioni.

L’oggetto di studio non è costituito, infatti, dal solo sistema tecnologico (impianto, edificio, infrastruttura), ma da tutti gli elementi che compongono il sistema socio-tecnico: l’elemento umano (progettisti, lavoratori, utenti, committente), l’elemento tecnico (macchine, attrezzatura, materiali, impianti, reti), l’elemento ambientale (condizioni esterne, sito, vegetazione).

L’osservazione e la descrizione del sistema socio-tecnico rappresentano, quindi, il primo passo per l’analisi della fidezza: operazione analitica volta

alla identificazione dei componenti elementari ed alla descrizione delle modalità significative di interconnessione e interazione tra i singoli componenti, tra i componenti e il sistema, tra il sistema e il suo contesto.

La valutazione del concetto di interconnessione e interazione tra gli elementi e tra ciascuno di essi e il sistema nella sua globalità è fondamentale ai fini della comprensione del funzionamento, delle vulnerabilità e delle modalità di guasto.

In caso di guasto o avaria, il sistema risultante è un sistema completamente dissimile da quello antecedente all'evento: ogni avaria, infatti, può produrre conseguenze differenti sul comportamento del sistema anche in relazione al comportamento anomalo di ulteriori elementi od alle circostanze concomitanti.

La determinazione dei confini o limiti del sistema implica l'individuazione di due ambiti distinti di osservazione: il sistema oggetto di analisi e il sistema-ambiente in cui lo stesso è inserito.

Tra i due sistemi possono esservi numerose e importanti forme di interazione: il sistema-ambiente può creare condizioni sfavorevoli (nel caso degli edifici polvere, umidità, inquinamento, ghiaccio, neve, ecc.) o addirittura pericolose (terremoto,

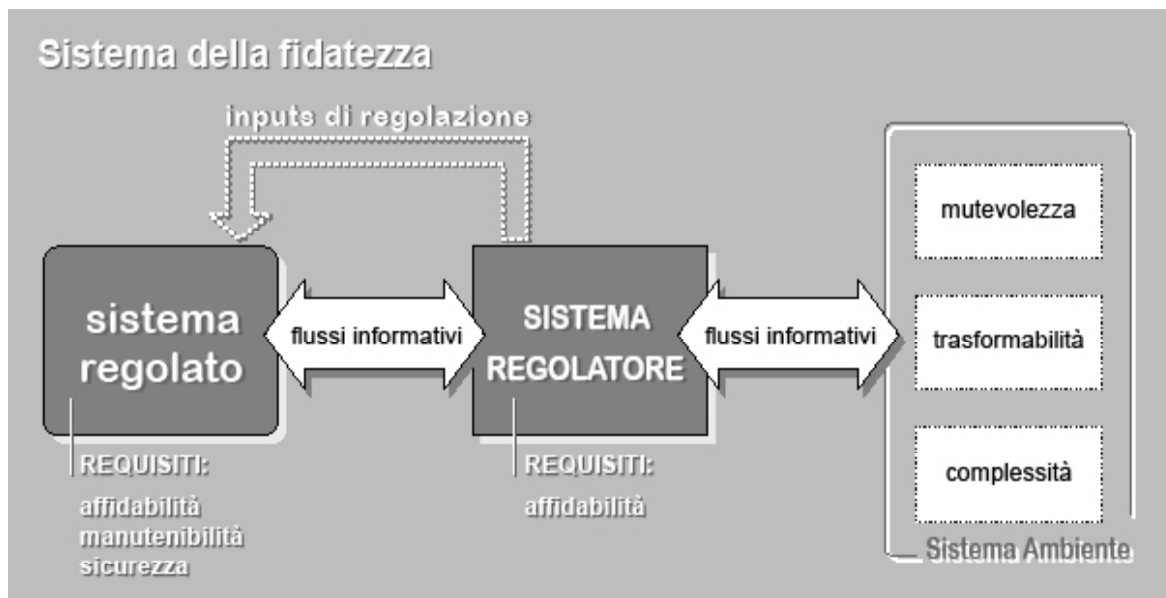
minaccia terroristica, ecc.) per la sopravvivenza del sistema, che devono essere tutte attentamente valutate in rapporto ai possibili rischi.

Il livello di risoluzione della scomposizione (*breaking down*) in parti gerarchicamente articolate (sistema, sistema elementare, sub-sistema, componente, parte) dipende dalla complessità del sistema analizzato e dalla criticità delle conseguenze di eventuali episodi di guasto o avaria.

Per l'analisi e la valutazione dei comportamenti di un sistema ai fini della implementazione dei requisiti della fidatezza è necessario, pertanto, individuare:

- *funzioni*: funzioni o missioni principali, funzioni o missioni secondarie, livello di importanza delle funzioni;
- *struttura*: singoli componenti (ubicazione, ruolo, caratteristiche e prestazioni) e loro interrelazioni (ad esempio le connessioni);
- *stati*: stati operativi dei componenti e del sistema.

Parte importante per l'analisi della fidatezza è la conoscenza del *sistema di regolazione* (istruzione, manutenzione e controllo), che può essere



assunto nella scomposizione del sistema socio-tecnico della fidatezza come sistema elementare costituito da operatori umani che partecipano alla gestione del sistema di fidatezza.

La scomposizione del sistema è funzionale all'implementazione dell'analisi affidabilistica che si estrinseca, da un lato, come analisi statica dei singoli elementi-componenti (informazioni sui tassi di guasto, sulle modalità di degrado dei materiali, sulle modalità di errore degli operatori) e, dall'altro, come analisi dinamica dell'interazione di tali elementi-componenti al fine di:

- identificare anticipatamente i rischi potenziali di progetto legati a determinate scelte di materiali e di tecnologie, stimarne l'entità e valutarne le conseguenze;
- sviluppare azioni di prevenzione, correzione e controllo per ridurre le possibilità di errore e le relative conseguenze che le scelte progettuali determinano durante la costruzione o durante l'utilizzo.



3. Un modello sistemico

La natura propria della fidatezza di scienza proiettata verso il perseguimento di un obiettivo di carattere evolutivo la rende parte della scienza dei sistemi, nell'ambito della quale tende ad utilizzare le concezioni cibernetiche.

La cibernetica, in quanto scienza dell'informazione funzionale alla regolazione e al controllo dei sistemi complessi, alla retroazione o *feedback*, assume un'importanza decisiva nel caso di regolazione e controllo di un sistema organizzato complesso e, in particolare, dell'insieme delle interazioni di elementi di natura socio-tecnica tese al conseguimento di una finalità comune.

Tale aspetto finalistico è presente nella definizione di sistema suggerita da Ludwig von Bertalanffy: *“un sistema può essere definito come un insieme di elementi che interagiscono fra di loro e con l'ambiente circostante”*.

La teoria dei sistemi consente di elaborare modelli utili per l'interpretazione e la progettazione di sistemi presi in esame nella totalità delle interazioni dinamiche delle parti e di queste con il sovra-sistema.

Per poter analizzare le modalità di implementazione del processo della fidatezza è necessario premettere qualche riflessione sul *Sistema di Fidatezza*, un macrosistema consistente in due sistemi in permanente relazione: uno, che chiameremo *Sistema Controllato*, in cui si perseguono i sub-requisiti della fidatezza (affidabilità, manutenibilità, sicurezza); l'altro, che chiameremo *Sistema Operativo*, il cui requisito fondamentale risiede nell'attitudine a rispondere tempestivamente ed efficacemente ai bisogni del Sistema Controllato (affidabilità e sicurezza), costituito dall'insieme delle risorse umane e materiali a tal fine organizzate.

Il Sistema Operativo genera il Sistema Controllato, attuando il programma genetico (ovvero la somma di informazioni che ne definiscono - fra le altre - le caratteristiche di manutenibilità, affidabilità e sicurezza), e successivamente ne garantisce la sopravvivenza in sicurezza mediante uno specifico

programma di regolazione.

L'obiettivo dell'attuazione del Sistema di Fidatezza è quello di minimizzare:

- *i rischi* (connessi alla genesi, all'uso ed alla regolazione del Sistema Controllato);
- *l'impiego di risorse* (input metabolici utili alla genesi ed alla regolazione);
- *i tempi di non operatività* del sistema stesso (a causa dello scadimento dei requisiti nel Sistema Controllato e/o della capacità cibernetica del Sistema Operativo).

Il macrosistema descritto è inserito in un "Sistema Ambiente" caratterizzato da una complessità e da una mutevolezza che impongono permanentemente, per la sopravvivenza del Sistema di Fidatezza, una sua evoluzione adattiva.

Il Sistema Operativo, assolvendo ad una funzione cibernetica rispetto al Sistema Controllato, analizza ed interpreta le trasformazioni in atto nel Sistema Ambiente e, in base alle necessità, determina o modifica gli input di regolazione.

Dall'efficienza della relazione tra il Sistema Operativo e il Sistema Ambiente e tra i due sistemi costituenti il macrosistema dipende il permanere del requisito della fidatezza. È indispensabile intendere il processo come espressione di un macrosistema complesso composto da due sistemi in interazione, poiché in entrambi i casi i sistemi presentano una natura socio-technica con azioni socialmente significative.

L'assunzione delle informazioni per il macrosistema della fidatezza assume una rilevanza assolutamente critica.

In particolare va ricordato che *"l'efficacia dell'informazione è direttamente proporzionale alla rapidità con la quale viene percepita. In sostanza, è preferibile un'informazione poco precisa e tuttavia attuale piuttosto che un'informazione molto precisa, ma tardiva e quindi inattuale"*⁵.

Nel macrosistema della fidatezza, quindi, una speciale attenzione deve essere dedicata alla progettazione ed alla gestione dei flussi d'informazione,

in modo che risulti garantita l'acquisizione delle informazioni sia sull'oggetto sul quale intervenire, sia sulla mutabilità del contesto operativo.

*"Verrà in tal modo a instaurarsi un duplice canale informativo: all'interno, per consentire di intervenire sulla conservazione dell'oggetto con riferimento alla sua storia, rimuovendo le cause delle eventuali disfunzioni. E all'esterno, per individuare le finalità operative da perseguire in adeguamento alle esigenze dello scenario nel quale l'oggetto della manutenzione deve operare."*⁶

La questione della disponibilità dell'informazione necessaria per attuare i processi di regolazione riveste un'importanza fondamentale ai fini non solo della sopravvivenza del macrosistema, ma anche della sua sicurezza rispetto ai rischi individuati; ciò in ordine al fatto che, in un sistema socio-technico del tipo delineato, i fattori causali di un incidente possono riguardare sia la comunicazione di informazioni di ogni tipo (o, meglio, le distorsioni delle stesse), sia il processo cognitivo.



Entrambi i fattori non mettono a disposizione dei decisori informazioni rilevanti nella quantità richiesta per descrivere compiutamente una certa situazione.

Le condizioni che rendono impossibili o, almeno, molto improbabili gli incidenti e le menomazioni del funzionamento sono state indicate con grande semplicità da W. R. Ashby⁷. La sua "*Legge della varietà necessaria*" afferma che solo la varietà incorporata in un regolatore (umano o meccanico) può ridurre e, al limite, eliminare i disturbi di ogni genere capaci di impedire ad un sistema di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Gli incidenti sono, infatti, una conseguenza di situazioni in cui informazioni importanti e tempestive non sono messe a disposizione di chi ha la possibilità di usarle a scopi di regolazione; solo incrementando l'intelligenza organizzativa o, meglio, l'*affidabilità* di una determinata organizzazione è possibile ridurre la probabilità di incidenti d'ogni tipo. In un sistema socio-tecnico, l'organizzazione costituisce un fattore critico, in cui le relazioni tra i componenti sono soprattutto vettori di informazioni e queste sono esse stesse organizzatrici o riorganizzatrici del sistema.

In conclusione, si può affermare che il requisito della fidezza, generalmente riferito all'oggetto – poiché è garantito solo se il Sistema Operativo risponde a requisiti che potremmo sinteticamente definire di affidabilità organizzativa –, in realtà riguarda l'intero macrosistema; si sostanzia, quindi, tanto delle caratteristiche del Sistema Controllato, quanto della qualità delle relazioni interne ed esterne al macrosistema e della sua dinamica processuale.

Asserire che un sistema è fidato equivale, pertanto, ad esprimere un giudizio non solo sulle caratteristiche dell'oggetto, ma anche sull'efficienza dei processi con cui quel sistema è stato progettato e gestito nel tempo.

In ordine all'analisi effettuata sulle modalità di implementazione di un Sistema di Fidezza, nel-

l'ipotesi in cui tale sistema coincida con l'ambiente costruito si deduce la necessità di definire:

- *strumenti di analisi* delle condizioni ambientali e delle relative variazioni che possano, in qualche modo, influire sul ciclo di vita del Sistema Controllato o costituire una fonte di rischio;
- *strumenti di progetto* che ottimizzino in fase previsionale i requisiti del Sistema Controllato (affidabilità, manutenibilità e sicurezza), tenendo conto delle risorse disponibili e delle condizioni d'uso, e che organizzino le attività del Sistema Operativo (programma genetico e programma regolativo).

Note

1. Dopo la conferenza di Rio, prendono avvio e si consolidano modelli concettuali derivati in qualche modo da un approccio scientifico che conserva una prospettiva olistica, o sistemica, in cui viene dato risalto al tutto e non solo alle parti e in cui le relazioni tra le parti diventano esse stesse contenuto dotato di una propria individualità. Il meccanicismo delle parti è così superato. La funzione che ogni parte mantiene rispetto al tutto è sì importante, ma è l'intuizione dell'organizzazione delle parti generanti la forma del tutto ad imprimere nuove fisionomie.
2. Capra F., 1996, *La rete della vita*, RCS libri, Milano.
3. Ciribini G., 1984, *Tecnologia e Progetto - Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino.
4. *Ibidem*.
5. Dioguardi G., 2003, *Manutenzione d'eccellenza come strategia d'innovazione*, in Atti del XX Congresso Nazionale AIMAN (Bologna, 20-21 Febbraio).
6. *Ibidem*.
7. Cfr. Ashby W.R., 1971, *Introduzione alla cibernetica*, Einaudi, Torino.

Progettare e gestire la fidatezza

Michele Di Sivo

Il contesto culturale in atto esprime un bisogno di qualità dei sistemi antropici che può esplicitarsi come una domanda non solo di efficacia, ma anche di attenta progettazione e gestione della durata degli stessi, nonché di costruzione ed uso in sicurezza. Nell'ambito del costruito ciò si traduce in una domanda di conservazione in sicurezza dei sistemi edilizi (edifici, infrastrutture a rete, ecc.).

La programmazione e la gestione della sicurezza e della manutenzione dei sistemi dell'ambiente costruito devono essere volte innanzitutto – analogamente a quanto accade da tempo nel settore industriale – alla gestione dei rischi attraverso metodologie affidabilistiche e manutentive in cui assumono rilevanza non solo i componenti specifici del sistema oggetto di studio, ma anche le relazioni tra i singoli componenti e tra lo stesso sistema e quelli contigui, poiché proprio in tali relazioni si generano le vulnerabilità o inaffidabilità.

Un'importante serie di iniziative di ricerca sul binomio manutenzione e sicurezza dei sistemi edilizi è in fase di sviluppo presso il Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito (DiTAC) della Facoltà di Architettura di Pescara. L'obiettivo strategico di questa attività di ricerca è quello di verificare la possibilità di pervenire ad una superiore qualità del costruito mediante una progettazione ed una gestione che integrino i concetti e i metodi della teoria della manutenzione con quelli della sicurezza.

1. Applicabilità della fidatezza all'ambiente costruito

L'ipotesi di mutuare la teoria della fidatezza dall'ambito industriale e la verifica della sua applicabilità all'ambiente costruito si confrontano con le difficoltà insite nel trasferimento di una tale cultura da un sistema complesso ad un sistema diversamente complesso.

Una differenza significativa consiste nel fatto che, nell'industria, la produzione di serie è sempre preceduta da una fase di sperimentazione e di collaudo su prototipi che si effettuano simulando le condizioni d'esercizio reali; il prodotto viene messo in commercio solo dopo aver verificato la corrispondenza

delle caratteristiche di affidabilità a quelle predefinite in fase progettuale.

Nell'edilizia questo tipo di procedura è seguito assai raramente e, generalmente, per programmi che usano sistemi precostruiti innovativi (ad esempio nel caso delle tecnologie di posa in opera a secco nei rivestimenti in pietra o in cotto). In questi casi, i costi della sperimentazione sono resi ammissibili al fine di porre in atto procedure d'avvicinamento agli obiettivi affidabilistici; ma, nella generalità dei processi costruttivi, non esiste una fase di simulazione intermedia tra quella di progetto e quella di costruzione¹.

All'impossibilità di definire in fase progettuale adeguati livelli di affidabilità del sistema edilizio, si aggiunge la difficoltà di avvalersi di dati di *feedback* provenienti dai sistemi in esercizio, dal momento che l'accelerazione del processo d'innovazione nell'uso di materiali e tecnologie impedisce la sedimentazione di dati utili all'individuazione delle frequenze di guasto e alla possibile modellazione dei fenomeni di degrado.

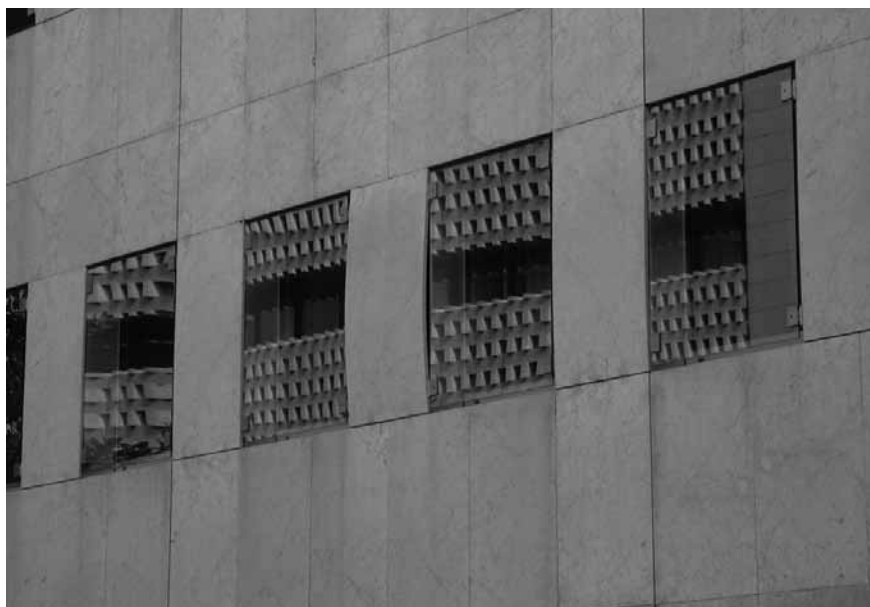
Importanti differenze si possono riscontrare anche qualora si voglia valutare la *disponibilità* di un sistema edilizio: tale sistema si caratterizza per il

fatto che, se si escludono i sub-sistemi impiantistici, tutti gli altri sono normalmente soggetti a processi di degrado che perlopiù non producono come immediata conseguenza l'indisponibilità del sistema stesso, ma si limitano a generare lenti decadimenti prestazionali. La disponibilità, come categoria d'analisi per il sistema edificio, può essere applicata raramente in senso probabilistico (operativo o non operativo), soprattutto a livello di sub-sistemi o di componenti; mentre, a livello di sistema, può essere utilizzata se si considera come funzione del suddetto sistema non semplicemente l'abitare, ma l'abitare secondo determinati livelli di prestazione².

Ulteriori considerazioni possono essere effettuate in riferimento al requisito dell'affidabilità: in un sistema edilizio, rispetto ad un sistema meccanico od elettronico, sono molto meno evidenti le relazioni tra le parti che ne determinano le gerarchie e la modalità di scomposizione. In realtà, quello edilizio è un sistema di tipo complesso scomponibile in sub-sistemi tecnologici; i sub-sistemi, a loro volta, possono essere scomposti in componenti adottando opportune soluzioni di continuità.

La natura sistemica dei manufatti edilizi costituisce il dato di partenza per giustificare l'adozione di metodologie affidabilistiche il cui oggetto d'indagine sia il guasto o, più precisamente, il rischio di guasto definito come la possibilità che venga meno il livello qualitativo-prestazionale atteso dal sottosistema³.

Caratteri di specificità sono ravvisabili anche rispetto al requisito della *manutenibilità*: la *condicio sine qua non* del progetto per rendere agevole l'attività di reintegrazione di componenti o di loro parti. Essa non può essere gestita mediante soluzioni precostituite: fornire dei criteri per ottimizzare il conferimento di questo requisito comporta, infatti, il rischio di svolgere un elenco di raccomandazioni di natura generica; l'unico ambito pertinente per l'individuazione, la proposta e la verifica delle soluzioni tendenti all'ottimizzazione della manutenibilità edilizia è quello del progetto specifico.



2. La fidatezza per il miglioramento della qualità dell'ambiente costruito

Progettare e gestire la *fidatezza* dell'ambiente costruito costituisce un'importante opportunità per il miglioramento della qualità dei processi, una innovazione tecnologica e culturale che può favorire modificazioni dei sistemi edilizi in seguito all'innalzamento dei livelli di prestazione.

Il contributo rilevante di questo requisito deriva dal progettare e gestire i sistemi edilizi ottimizzandone non solo la *disponibilità*, ma anche le prestazioni di *sicurezza*. L'integrazione di questi due sub-requisiti conferisce, infatti, alla fidatezza un valore altamente strategico.

L'approccio affidabilistico da solo costituisce un potente strumento progettuale, poiché rappresenta una procedura di verifica delle soluzioni tecnologiche in relazione all'obiettivo del mantenimento della qualità voluta di un sistema nel tempo previsto per il suo utilizzo. Esso consiste nel sottoporre ad attenta critica tutto il processo costruttivo: dalla definizione dei requisiti e degli obiettivi del sistema al controllo del momento esecutivo e manutentivo.

Rispetto all'uso esclusivo dell'approccio affidabilistico, l'implementazione all'interno del requisito della fidatezza del sub-requisito della sicurezza presenta l'ulteriore vantaggio di poter, in una realtà a complessità variabile, definire gli obiettivi minimi di progetto e gestirli nel tempo. Nell'approccio della fidatezza, infatti, si determinano non solo gli obiettivi da perseguire, ma anche i pericoli da evitare: in un campo di infinite soluzioni possibili si riducono così le probabilità di fallimento della missione stabilendo, innanzitutto, quello che non può e non deve essere.

I guasti o le avarie in ambito edilizio, generalmente, non producono effetti dannosi nel breve periodo, ma possono costituire un pericolo per la sicurezza degli utenti: in tali casi la metodologia dell'analisi dei rischi può essere utilmente attuata, già in fase di progetto, per identificare le vulnerabilità destinate a causare nel tempo guasti inattesi, talvolta critici, come ad esempio il cedimento degli ancoraggi

degli elementi di rivestimento della facciata.

L'analisi dei rischi in fase progettuale – oltre che individuare le modalità con cui si potrebbero ingenerare eventi dannosi per l'incolumità delle persone – consente di diminuire i potenziali “guasti infantili”, che nell'ambito del costruito prendono il nome di “patologie edilizie”. La riduzione di tale tipo di guasti si delinea, per il settore edilizio, come un obiettivo primario, poiché le spese di manutenzione derivanti dalla loro correzione possono raggiungere somme elevate⁴.

Un altro fondamentale contributo che l'analisi dei rischi può offrire in fase di progetto consiste nel costituirsi come strumento utile a perseguire l'ottimizzazione tecnico-economica delle scelte progettuali; in questo caso richiede, preliminarmente, una valutazione quantitativa delle frequenze di guasto e dei costi di manutenzione e riparazione, che permetta di confrontare tali scelte nel ciclo di vita in funzione del loro reale costo.

A favore dell'applicazione del requisito di fidatezza all'ambiente costruito si aggiunge il fatto che esso può essere postulato non solo per salvaguardare l'incolumità delle persone (siano esse gli utenti o gli addetti alle fasi di costruzione e manutenzione) e l'efficienza del sistema (continuità di erogazione



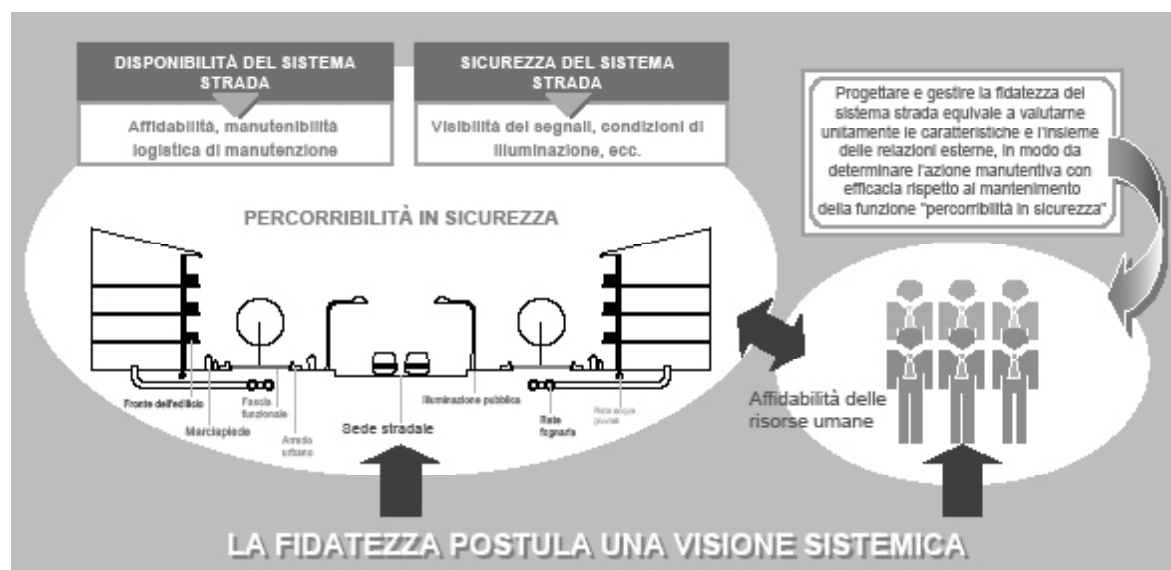
delle funzioni), ma anche per tutelare da pericoli quello che potremmo definire il *valore* di alcuni sistemi edilizi.

Nel caso di un edificio storico, per esempio, il degrado delle superfici esterne (danno), causato dalle emissioni dei veicoli e degli impianti termici (pericolo), assume un'importanza differente rispetto ad un edificio contemporaneo: l'elevato valore dell'elemento esposto, in quel caso, può determinare azioni di prevenzione (ad es. l'allontanamento dei percorsi di traffico, la programmazione di adeguati interventi di pulizia, la rimozione degli elementi scultorei, ecc.) nonché di protezione (ad es. la messa in opera di strati di sacrificio). Nell'esempio citato è evidente come l'approccio manutentivo di per sé non consenta di valutare tutte le modalità di sopravvivenza dell'edificio storico, ma si configuri semplicemente come una delle possibili modalità per perseguire la sicurezza del sistema facciata.

L'approccio della fidezza alla progettazione e gestione dei sistemi edilizi permette di pervenire a risultati superiori rispetto a quelli conseguibili mediante l'implementazione separata dei sub-requisiti che lo compongono, dal momento che, nell'attuazione del processo edilizio, tali sub-requisiti s'influenzano reciprocamente: le esigenze

di sicurezza condizionano i livelli di affidabilità e manutenibilità del sistema edilizio e, conseguentemente, determinano i possibili provvedimenti di prevenzione e protezione che costituiscono non un'aggiunta, ma parte integrante del sistema in oggetto; l'attività manutentiva, d'altro canto, garantisce il controllo e la permanenza dell'efficacia dei provvedimenti di sicurezza e dei livelli di affidabilità prestabiliti.

La fidezza di un sistema dell'ambiente costruito – ad esempio una strada – è in relazione con una molteplicità di fattori: l'implementazione dei requisiti di affidabilità e manutenibilità consente di definirne la disponibilità, ma questa costituisce a sua volta – come si è detto – un requisito necessario ma non sufficiente, poiché la funzione del sistema strada non è solamente quella di essere *percorribile*, bensì quella di essere *percorribile in sicurezza*; ciò dipende non solo dall'integrità del manto stradale, ma anche da altri fattori quali la visibilità dei segnali e le condizioni d'illuminazione. Progettare e gestire la fidezza del sistema strada equivale a valutarne unitamente le caratteristiche e l'insieme delle relazioni esterne, in modo da determinare un'azione manutentiva efficace ai fini del mantenimento della funzione di *percorribilità in sicurezza*.



La fidatezza postula, quindi, una visione sistemica dell'oggetto e delle sue relazioni, non escluse quelle con le risorse umane indispensabili per il mantenimento del requisito nei sistemi: la fidatezza si attua, infatti, come processo socio-tecnico in cui l'affidabilità organizzativa delle risorse umane impegnate nel progetto e nella gestione non è secondaria rispetto ad affidabilità, manutenibilità e sicurezza del sistema edilizio.

L'attuazione del processo della fidatezza richiede che si assumano come sistema la parte funzionale dell'oggetto, la sequenza di operazioni necessarie per il permanere o l'evolversi dei requisiti⁵ e l'insieme delle risorse umane in essa coinvolte.

L'approccio alla fidatezza dei sistemi ci porta, dunque, a svolgere interessanti considerazioni sia sul complesso di relazioni interne che li strutturano, sia su quelle esterne tra sistemi e contesto ambientale e tra sistemi ed utilizzatori⁶.

La fidatezza dei componenti dell'ambiente costruito deriva, infatti, non solo dall'appropriatezza delle tecnologie e dei materiali adottati in fase di progetto e di costruzione e dalle politiche manutentive applicate in fase di gestione, ma anche dalle condizioni geologiche ed ambientali del sito scelto per la costruzione.

3. Il processo della fidatezza in ambito edilizio

La fidatezza è una funzione prodotta da una struttura organizzativa avente come compiti principali quelli di conoscere, prevedere, programmare, prevenire e controllare in una continua circuitazione delle informazioni tra l'ambito progettuale e quello gestionale; a tal fine si deve porre in atto un processo costituito da una serie di fasi qui sinteticamente tratteggiate.

Fase di pre-progetto:

- raccolta e analisi dei dati di feedback derivanti dall'attività manutentiva di edifici simili, situati in analogo contesto ambientale e d'uso, e relativi alle modalità di degrado dei materiali e dei componenti;

- identificazione dei potenziali rischi legati a vulnerabilità esterne;
- individuazione del quadro esigenziale e delle possibili modalità d'uso.

Fase di progetto:

- adozione di materiali e tecnologie compatibili con le previste condizioni ambientali e d'uso;
- ottimizzazione dei livelli d'implementazione dei requisiti di manutenibilità e affidabilità dei componenti edilizi e degli impianti in relazione alle risorse disponibili, alle predefinite politiche manutentive ed alle esigenze di sicurezza degli utenti e degli addetti alla successiva fase di gestione;
- prevenzione dei possibili rischi derivanti da vulnerabilità interne ed esterne al sistema, considerate tutte le prevedibili fonti di pericolo;
- redazione del progetto sino alla scala di dettaglio, in modo da non generare errori o approssimazioni nella fase seguente;
- elaborazione di strumenti di pianificazione delle attività elementari di costruzione e manutenzione in sicurezza del sistema.

Fase di costruzione:

- implementazione di un sistema socio-tecnico ("risorse umane-manufatto") in cui l'efficienza dell'attuazione del processo costruttivo – in accordo alle modalità, ai tempi d'esecuzione ed alle procedure prescritte per la sicurezza delle singole fasi di lavoro – sia perseguita mediante l'affidabilità organizzativa;
- realizzazione del sistema edilizio secondo le modalità predefinite dal progetto.

L'affidabilità organizzativa dell'insieme delle risorse umane impegnate nell'attività costruttiva è un requisito da perseguire in misura direttamente proporzionale ai rischi connessi al processo di costruzione, alla complessità del sistema edilizio, al numero delle imprese coinvolte, alla ristrettezza

dei tempi d'esecuzione. Il sistema "risorse umane-manufatto" è caratterizzato da peculiarità determinate dalla singolarità che contraddistingue ciascun processo di costruzione.

Ciò è facilmente comprensibile se si considera che ogni edificio costituisce un oggetto unico, cui corrisponde un processo costruttivo che deriva la sua estrinsecazione dalla forma dell'edificio stesso, dal contesto in cui s'inserisce, dalle caratteristiche dell'impresa o delle imprese di costruzione, dalle attrezzature disponibili.

Fase di gestione:

- applicazione, nell'ambito del sistema socio-tecnico, delle procedure prescritte negli strumenti di pianificazione per i tempi d'intervento, la gestione delle risorse e l'organizzazione delle attività elementari di manutenzione in sicurezza del sistema;
- attuazione di verifiche e controlli sui livelli di affidabilità e sicurezza dei sistemi e dei componenti;
- organizzazione dei flussi d'informazione di ritorno dal sistema edilizio in banche-dati sulle modalità di guasto e di degrado dei vari componenti;
- informazione dell'utenza sulle modalità d'uso e di manutenzione del sistema edilizio e sui rischi eventualmente connessi;
- revisione periodica e aggiornamento, sulla base dei dati di ritorno, degli strumenti di programmazione delle operazioni manutentive;
- verifica di possibili nuove fonti di rischio a seguito di sopraggiunte alterazioni delle condizioni ambientali;
- verifica dei livelli di soddisfazione dell'utenza;
- feedback dei dati critici sulla fase di pre-progetto per l'individuazione delle soluzioni necessarie a reintegrare un adeguato livello di sicurezza e/o di soddisfazione dell'utenza.



Un tale processo di natura ricorsiva si configura come ideale nel confronto con una realtà in cui l'entità dei sistemi da gestire e dei budget disponibili pone interrogativi importanti in termini di ottimizzazione delle scelte gestionali, tecniche e organizzative anche in ordine alla dimensione temporale, ovvero alla velocità con cui si devono formulare le decisioni.

Tutti i sistemi, anche quelli edilizi ed urbani, hanno un tempo di risposta entro cui è possibile ripristinare le condizioni di stato rispetto alla sollecitazione che le ha perturbate, senza subire compromissioni definitive. Ma il tempo di risposta deve essere inferiore al tempo di sollecitazione o di minaccia; altrimenti le variazioni che avvengono tendono a produrre azioni di degrado difficilmente reversibili.

Appare pertanto evidente come l'ottimizzazione in termini di efficienza dell'iter informativo/decisionale che regola l'attuazione del processo descritto rappresenti un aspetto altamente strategico.

4. Il processo informativo/decisionale

Nel caso di un sistema organizzato di tipo edilizio connotato da elevata complessità per varietà e quantità di componenti e relazioni, come ad esempio un ambito urbano o il patrimonio immobiliare di un ente pubblico o privato, l'implementazione del processo della fidezza si realizza in un quadro di variabilità ed incertezza in cui lo scenario di riferimento e, quindi, le relazioni interne ed esterne al sistema sono in perenne mutamento.

In tali condizioni, l'acquisizione delle informazioni utili ai processi decisionali e la conseguente definizione – quantitativa e qualitativa – dell'insieme di input di regolazione del sistema in oggetto assumono una rilevanza critica.

La complessità sistemica, in cui diversi elementi interagiscono secondo percorsi non deterministici, esige che la pianificazione della fidezza adotti metodi capaci di governare l'incertezza soprattutto attraverso una attenta gestione dei flussi di informazione.

L'obiettivo primario è quello di garantire l'efficienza coniugando i bisogni in termini di ripristino e di adeguamento tecnologico con i limiti imposti dalla scarsa disponibilità finanziaria e definendo, di conseguenza, le priorità d'intervento e l'ottimizzazione delle attività di pianificazione.

Quello che si pone – soprattutto per le Pubbliche Amministrazioni, ma non solo – è il problema di ottimizzare i processi decisionali relativi alle fasi di pianificazione, programmazione e realizzazione delle azioni volte alla regolazione, l'efficienza dei sistemi edilizi ed urbani nonché il *feedback* di informazione tra le stesse fasi. A tal fine è necessario esplicitare strumenti decisionali che rendano possibile un approccio strategico complessivo alla pianificazione e alla gestione della sicurezza e della manutenzione dei sistemi.

Una possibile risposta a questa esigenza può pervenire dall'adozione dell'approccio strategico al processo decisionale che fa riferimento a tre livelli strettamente correlati della scelta-decisione: la promozione, il management e l'esecuzione. Per ciascuna fase si indicano di seguito obiettivi, soggetti e azioni.

Livello strategico – Pianificazione della fidezza (soggetti promotori):

- definizione delle strategie di lungo periodo mediante metodi di previsione (scenari);
- adozione di strategie di lungo periodo;
- adozione di strategie di breve periodo mediante l'identificazione degli obiettivi del processo della fidezza (livello di sicurezza pubblica, di soddisfazione delle esigenze degli utenti, ecc.);
- gestione delle informazioni (indicatori);
- individuazione del bisogno manutentivo;
- quantificazione delle risorse disponibili;
- ottimizzazione delle correlazioni tra i diversi soggetti responsabili del processo decisionale;
- promozione dell'innovazione e dell'integrazione delle politiche manutentive degli enti locali.

Livello tattico – Programmazione della fidatezza (management tecnico):

- definizione e applicazione delle modalità di gestione delle informazioni (indicatori);
- gestione dei flussi d'informazione;
- quantificazione e qualificazione del bisogno manutentivo (cambiamenti, tendenze, problemi prioritari, rischi ambientali);
- identificazione degli insiemi e degli oggetti manutentivi;
- individuazione degli obiettivi/standard manutentivi;
- determinazione dei cicli di vita;
- formulazione delle politiche mediante la definizione di un programma che contenga azioni, tempi e fasi;
- programmazione delle risorse;
- definizione del sistema di misurazione per la verifica delle prestazioni in rapporto al conseguimento degli obiettivi;
- determinazione delle modalità organizzative dell'erogazione del servizio;
- elaborazione di politiche utili a facilitare la partecipazione locale;
- coordinamento delle attività.

Livello operativo – Attuazione e controllo della fidatezza (soggetti tecnici-operativi):

- costituzione e aggiornamento della banca-dati;
- gestione dei flussi d'informazione;
- definizione delle procedure di rilievo dei sistemi e dei componenti edilizi ed urbani;
- rilievo dei sistemi e dei componenti edilizi ed urbani;
- analisi e valutazione delle condizioni d'esercizio;
- determinazione della periodicità degli interventi;
- valutazione dei risultati ottenuti;
- redazione e gestione dei Piani di Manutenzione;
- computo dei costi;
- definizione delle priorità di spesa in relazione ai fondi disponibili;

- attuazione delle politiche stabilite;
- esecuzione delle attività;
- valutazione delle azioni manutentive attivate rispetto ad obiettivi e budget.

Note

1. Ogni edificio rappresenta un prototipo sperimentale in cui il processo di progettazione è caratterizzato da una "tecnologia intensiva" intesa come tecnologia dei processi non ripetitivi, dove è la situazione specifica di ciascun progetto a definire le decisioni progettuali, gli elementi e le attività determinanti, la loro combinazione ed il loro ordinamento, riducendo di fatto il campo delle decisioni che possono essere modellizzate.
2. Ne consegue che anche l'obsolescenza funzionale – oltre che quella fisica – può essere causa dell'indisponibilità, essendo gli standard qualitativi in continua evoluzione; quindi, se si concepisce l'edificio come sistema complesso risultante dalla somma di tre sistemi integrati – ambientale, tecnologico, impiantistico – progettare e gestire la sua disponibilità implica confrontarsi con l'insieme di prestazioni erogate da questi tre sub-sistemi verificando permanentemente la loro rispondenza ad esigenze che sono di tipo evolutivo.
3. La letteratura pone una distinzione tra guasto ed avaria in relazione al concetto di disponibilità del bene, nel senso che è considerato guasto solamente l'evento che ne produce l'indisponibilità; in altri termini, si assume come guasto qualsiasi evento indesiderato che provochi la cessazione della prestazione che il sistema o componente era chiamato a fornire, come avaria invece qualsiasi evento che la diminuisca.
4. La loro forte incidenza, rispetto ad altri settori industriali, è causata sia dalla scarsa definizione tecnologica del progetto edilizio, per quanto riguarda le modalità di esecuzione e di montaggio, sia dalla lacunosità della normativa tecnica.
5. È bene ricordare che può essere considerato un sistema l'insieme degli elementi materiali e non materiali che si comportano come un'unità avente il compito di erogare delle funzioni.
6. Un parametro importante da valutare ai fini della sicurezza è la destinazione d'uso degli edifici (scuole, ospedali, edilizia privata, ecc.), che in qualche modo quantifica la dimensione dei livelli di rischio.



Sezione 2

Sezione 2 METODI DELLA MANUTENZIONE E DELLA
SICUREZZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Metodi per la fidatezza

Daniela Ladiana

Per la gestione dei sistemi complessi è necessario abbandonare i modelli funzionali ad una valutazione separata di alcuni dei fattori in gioco: al lineare paradigma meccanicistico di causa-effetto, incapace di dar conto delle innumerevoli relazioni esistenti nella realtà, si deve sostituire una rete causale la cui complessità è in rapporto a quella del sistema considerato e delle sue interazioni interne ed esterne.

Il progetto e la gestione della fidatezza dei sistemi complessi dell'ambiente costruito (edifici, reti e infrastrutture urbane) richiedono la definizione di metodi e strumenti di valutazione dei rischi come supporto dei processi decisionali volti alla programmazione della manutenzione; tale necessità si riconosce come impellente laddove la vulnerabilità dei sistemi può dar luogo a rischi dagli effetti rilevanti.

L'assunzione dei metodi di valutazione dei rischi nella dimensione del progetto di manutenzione di un sistema complesso consente il superamento dell'approccio euristico alla programmazione degli interventi intesi come ripristino di una funzionalità menomata o interrotta, per pervenire alla previsione di azioni – interne o esterne al sistema – finalizzate a mitigare o a ridurre i livelli di rischio in un quadro di priorità definito dal valore degli elementi esposti (incolumità degli utenti, salvaguardia ambientale, integrità del sistema).

La programmazione e la gestione della sicurezza e della manutenzione dei sistemi dell'ambiente costruito devono essere rivolte alla gestione dei rischi attraverso metodologie in cui assumono rilevanza non solo i componenti specifici del sistema oggetto di studio, ma anche le relazioni tra i singoli componenti e tra lo stesso sistema e quelli contigui, poiché proprio in tali relazioni si generano le vulnerabilità o inaffidabilità.

Nel processo progettuale della fidatezza di un sistema si possono sostanzialmente distinguere tre fasi fondamentali: individuazione e analisi dei potenziali rischi (*risk analysis*), valutazione degli stessi (*risk assessment*), programmazione – in base al tipo di rischio ed al rapporto costo-benefici – degli interventi di mitigazione (*risk management*) consistenti in azioni da eseguirsi per ridurre la pericolosità (quando possibile), la vulnerabilità (rendendo affidabile il sistema) e/o l'esposizione.

1. Il miglioramento continuo nella prevenzione del rischio

La fidatezza dei sistemi presuppone una concezione della realtà come sistema di interazioni dinamiche di componenti distinti, in cui l'evento calamitoso o incidentale è considerato non come un fatto isolato e casuale, ma come frutto di un'insufficienza organizzativa dei componenti del sistema.

La mancanza di un'organizzazione affidabile comporta quello che viene chiamato *lack control*, cioè una perdita di controllo che conduce al danno genericamente inteso (*loss*).

L'affidabilità organizzativa viene assunta come obiettivo della programmazione e dell'attività di gestione svolta nel tempo sul sistema al fine di raggiungere e mantenere adeguati livelli di sicurezza e disponibilità.

Quale attività di coordinamento dei sistemi complessi – che per loro natura non hanno un comportamento deterministico, bensì probabilistico – l'affidabilità organizzativa si consegue attraverso l'uso delle tecniche previsionali-progettuali proprie della teoria affidabilistica a partire dalla valutazione dei rischi.

Queste metodologie si configurano come gli strumenti più idonei per valutare e gestire, in fase di progetto, la sicurezza dei sistemi.

L'indagine per la conoscenza dei problemi deve essere attuata secondo modalità che non si limitino alla ricerca delle cause immediate che sembrano aver provocato l'evento, ma che mirino ad una comprensione vera delle cause profonde, di quelle cioè legate alla struttura del sistema.

Le prime, infatti, sono sintomi dell'accadimento di un evento, ovvero condizioni anomale scatenanti l'evento indesiderato che ci possono aiutare ad identificare sorgenti di pericolo, sulle quali si agisce solo in caso di emergenza per ripristinare la normalità.

È possibile ipotizzare un'esemplificazione: in un'area prossima ad un impianto chimico, un numero elevato di persone rimane intossicato per

l'assunzione di acqua proveniente da una falda inquinata dai prodotti chimici sversati accidentalmente da un'industria. In tal caso, la causa apparente del danno è l'incidente dello sversamento dei prodotti, mentre la causa profonda risiede nell'aver permesso la costruzione di un impianto ad alto rischio in una zona attraversata da una falda non molto profonda e con una buona permeabilità degli acquiferi che ha favorito la migrazione d'inquinante nella falda.

La causa profonda è legata, dunque, alla vulnerabilità del sistema ed al mancato divieto di uso industriale della zona.

La metodologia appena descritta del *loss causation model* si propone come un riferimento concettuale sia per le indagini da svolgere dopo l'avvenuto evento calamitoso-incidentale, al fine di produrre efficaci report sugli incidenti, sia in fase di progetto, per definire, a partire dalle possibili cause, tutti i potenziali rischi di un sistema e prevederne gli effetti, in modo da poter decidere le azioni migliori di gestione.

Il processo di programmazione della fidatezza dei sistemi presuppone l'adozione di nuovi modelli operativi più flessibili, che sostituiscano quello lineare di causa-effetto per riuscire ad attuare percorsi dinamici di miglioramento continuo. Un modello utile è quello della gestione di qualità: il *Plan-Do-Check-Act*, cioè "Pianificazione, Attuazione, Controllo sui risultati, Correzione" (figura 1).

La fase *PLAN* costituisce il momento di conoscenza dei rischi e, quindi, di determinazione del grado di affidabilità del sistema: si individuano i pericoli, si analizzano i rischi e si valuta se l'indice di criticità sia accettabile o meno.

In base ad una classificazione delle priorità, si individuano gli obiettivi da perseguire per la gestione dei rischi.

Alla fase *PLAN*, che è di effettiva pianificazione, segue quella di gestione del rischio attraverso l'attuazione di procedure operative: la cosiddetta fase *DO*, in cui si stabiliscono le attività preventive

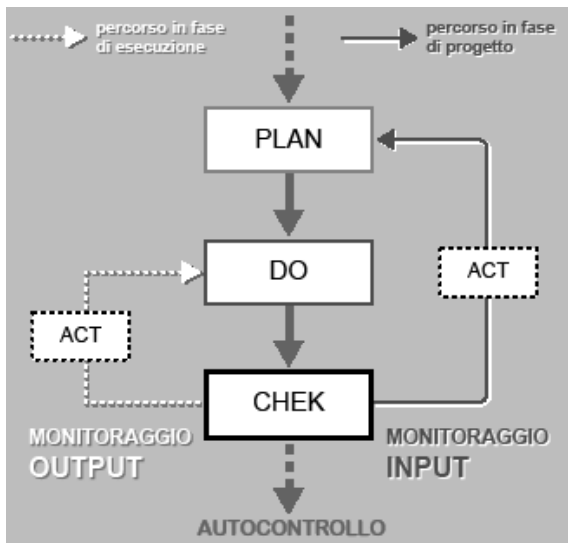


Figura 1. Ciclo PDCA

nei confronti dei rischi individuati e valutati, rispetto ai quali il sistema può così divenire affidabile e sicuro.

La fase *CHECK* rappresenta la fase di controllo:

- *in fase di progetto*, come autocontrollo per verificare se siano state considerate tutte le problematiche e se il rischio residuo sia tollerabile;
- *in fase di gestione*, come monitoraggio dei dati di input, la cui variazione determina condizioni iniziali diverse e la revisione di tutta la fase *PLAN*, oppure dei dati di output, il cui controllo verifica l'efficacia delle azioni intraprese e, se queste risultassero non soddisfacenti, ricondurrebbe alla fase *DO*.

La fase *ACT* è la fase di correzione o miglioramento che ha luogo sia durante il progetto, riformulando gli obiettivi o i programmi, sia nei momenti attuativi, correggendo gli interventi gestionali.

In ultima analisi, il modello operativo *PDCA* appena esposto si può applicare felicemente al processo di programmazione descrivendo un ciclo completo di valutazione, gestione dei rischi, autocontrollo e miglioramento.

2. Il Risk Management

All'interno di questo modello e partendo dalla fase *PLAN*, è possibile iniziare il percorso di *Risk Management*. L'iter procedurale da seguire è quello illustrato nella figura 2, in cui si evidenziano le differenze e le relazioni tra *risk analysis* (analisi del rischio), *risk assessment* (valutazione del rischio) e *risk management* (gestione del rischio). Di seguito si analizzano le prime due fasi del processo.

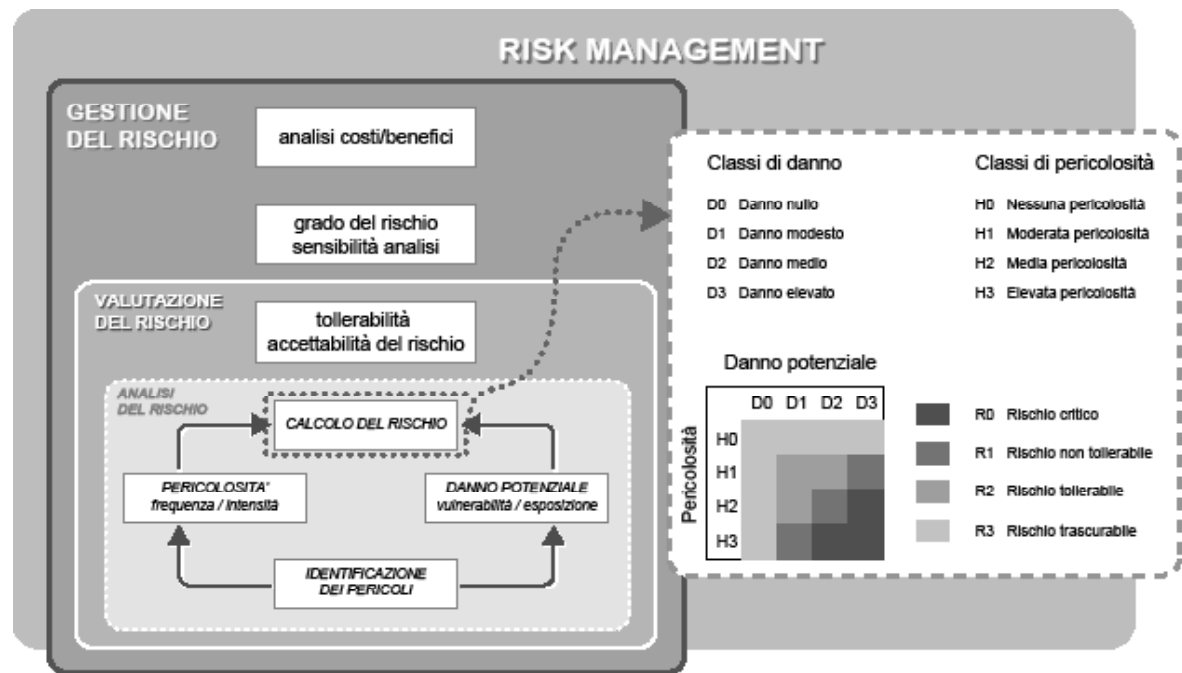
2.1. Individuazione dei pericoli

Il processo di valutazione del rischio fonda la sua efficacia sull'identificazione sistematica dei pericoli presenti nel sistema, pena l'incompletezza dei risultati. Nella fase di *risk analysis* del sistema scomposto devono essere individuati, infatti, tutti i possibili pericoli (*hazards*). In un primo approccio può essere eseguita la *Preliminary Hazard Analysis* (PHA), che mette a fuoco le principali situazioni di pericolo in una gerarchia destinata a stabilire quali debbano essere, poi, analizzate più dettagliatamente con metodi affidabilistici.

Comodi strumenti di individuazione dei pericoli possono essere le liste di controllo contenenti quesiti utili a verificare lo stato di un sistema (*Check-list Analysis*).

L'individuazione dei pericoli richiede metodologie e strategie differenti in relazione al fenomeno di cui ci si sta occupando: ad esempio, nel caso di un'analisi dei rischi condotta sul territorio, non si può pensare di attuare metodi di scomposizione di dettaglio come il WBS; in tal caso l'analisi dovrà basarsi, molto più semplicemente, su di una scomposizione effettuata su riferimenti geografici sui quali innestare informazioni di altra natura che aiutino a dare un quadro preciso di riferimento (livelli altimetrici, eventi storici pregressi, attività economiche, densità dell'abitato, presenza di elementi esposti particolarmente vulnerabili).

La valutazione della pericolosità è generalmente complessa e richiede una quantificazione - a livello sia spaziale che temporale - delle probabilità di accadimento del pericolo.



2.2. Valutazione del danno potenziale

Il danno potenziale D esprime l'entità dei danni possibili, dato il verificarsi di un evento, ed è indipendente dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, ovvero dalla pericolosità. Il danno potenziale è definito dal prodotto del valore degli elementi a rischio (E) per la vulnerabilità (V). Questi due parametri vanno valutati attentamente secondo la logica sistemica, proprio perché sono dipendenti dalla reale situazione d'uso del sistema.

In questa fase, l'impiego di *check-list/what if* facilita il lavoro d'indagine, divenendo anche piattaforma di controllo per revisioni da compiersi a distanza di tempo.

Le *check-list* aiutano a rendere omogenea la raccolta dei dati di vulnerabilità e di esposizione con l'ausilio di domande e considerazioni suddivise per argomenti a cui dare risposte; inoltre l'abbinamento al *what if* consente di spingere la ricerca verso la previsione di eventi indesiderati che potrebbero generarsi dalle vulnerabilità.

Tabella 1. Classi qualitative del danno potenziale

		VULNERABILITA'			
		V0	V1	V2	V3
ELEMENTI	E3	D0	D2	D3	D3
	E2	D0	D1	D2	D3
	E1	D0	D1	D1	D2
	E0	D0	D0	D0	D0

CLASSI DI DANNO		DESCRIZIONE
D0	nullo	nessun danno
D1	modesto	danni funzionali minori
D2	medio	danni funzionali
D3	elevato	danni gravi, possibilit' di morti e feriti

La vulnerabilità costituisce la chiave per la definizione dell'entità dei danni potenziali; essa è in relazione con la tipologia dell'elemento a rischio, ovvero con la sua capacità di resistere, ma anche con l'intensità dell'evento. In pratica, esprime il raccordo fra l'intensità del fenomeno e le sue possibili conseguenze.

Il primo passo per la stima del danno potenziale consiste nell'elaborazione di una scala di intensità del fenomeno non assoluta, ma relativa alla predisposizione del sistema a resistergli.

A tal fine è possibile utilizzare la tecnica affidabilistica dell'albero dei guasti (*Fault Tree Analysis - FTA*), in modo da simulare il fenomeno (*top event*) e indagarne gli effetti fino ad arrivare alle cause profonde della vulnerabilità e della debolezza del sistema di fronte a tale fenomeno accidentale.

2.3. Valutazione del rischio

Il rischio R esprime il danno atteso e dipende, pertanto, dal danno potenziale e dalla probabilità di occorrenza del fenomeno. La valutazione del rischio si realizza, quindi, attraverso il confronto fra la pericolosità e il danno potenziale. Qualora il rischio superi la soglia accettabile, è opportuno prevedere interventi di prevenzione.

Si definisce rischio accettabile (o tollerabile) il rischio connesso con una probabilità di accadimento dell'evento e/o con un'entità del danno potenziale compatibili con il quadro sociale, econo-

mico e culturale in cui si compie l'analisi.

Per la valutazione del rischio sulla base di classi qualitative viene impiegata la matrice H-D, secondo una mappatura a colori sfumati dall'area a più alto rischio (R3) fino a quella a più basso rischio (R0).

Una valutazione più precisa può essere effettuata, a livello di approfondimento successivo, solo per i rischi socialmente non tollerabili (R2 e R3).

In altre parole, l'analisi qualitativa consente di misurare la criticità dell'evento e, contemporaneamente, la matrice di rischio permette di dichiarare i livelli di accettabilità del rischio e/o di individuare quelli su cui è necessario svolgere valutazioni più approfondite ai fini della sicurezza durante il ciclo di vita del sistema.

3. Dall'analisi del rischio alla scelta delle strategie manutentive

Nel percorso della fidezza, che si attua mediante un approccio sistemico seguendo il processo ciclico *PDCA*, superata la fase di identificazione, analisi e valutazione dei rischi (*PLAN*/pianificazione), si passa a quella successiva della programmazione degli obiettivi di prevenzione e sicurezza per l'attuazione operativa di questi nel sistema secondo istruzioni, piani d'azione, programmazione (*DO*/attuazione).

La fase *DO* costituisce la reale attività gestionale,

Tabella 2. Classi qualitative di rischio

		DANNO POTENZIALE			
		D0	D1	D2	D3
HAZARD	H0	R0	R0	R0	R0
	H1	R0	R1	R1	R2
	H2	R0	R1	R2	R3
	H3	R0	R2	R3	R3

CLASSI DI DANNO		DESCRIZIONE
R0	nullo	rischio trascurabile
R1	modesto	rischio tollerabile
R2	medio	rischio non tollerabile
R3	elevato	rischio catastrofico

cioè il momento di sintesi e di uso delle conoscenze acquisite nella fase *PLAN*; per questo rappresenta uno stadio delicato – se non determinante – del percorso, capace di tradurre efficacemente gli obiettivi di sicurezza e salvaguardia in azioni tese a restituire fidatezza al sistema.

Nel processo ciclico *PDCA*, l'analisi, la valutazione e la gestione dei rischi forniscono il supporto fondamentale per l'ottimizzazione del progetto e della successiva fase di manutenzione e gestione di un sistema complesso. La valutazione dell'entità dei rischi, che comprende l'analisi della probabilità dell'evento e delle conseguenze ad esso associate, consente di pervenire alla definizione delle strategie di azione e manutenzione.

Nel caso dei sistemi complessi, l'applicazione di tale metodologia (individuazione e identificazione delle situazioni di "pericolo", valutazione dei corrispondenti rischi e formulazione di un giudizio di accettabilità) comporta l'adozione delle misure di prevenzione e di manutenzione volte ad eliminare o a ridurre i "rischi" non accettabili.

Il concetto di accettabilità del rischio è legato a fattori economici e culturali. In relazione a tali fattori si determinano i tempi e le modalità di intervento; in fase di gestione si tenderà ad allontanare l'esecuzione di quelle opere di prevenzione e

manutenzione relative a soglie di rischio ritenute accettabili.

La stima del rischio non solo aiuta a scegliere un'idonea politica di azioni manutentive finalizzata all'ottimizzazione della disponibilità e della sicurezza del sistema, ma permette anche di definire, in ambito decisionale, il budget e gli impatti potenziali di un mancato investimento per la minimizzazione dei possibili danni.

Tale stima consente, inoltre, un'analisi molto accurata dei fattori che entrano a far parte dei meccanismi di degrado o di guasto: sia di quelli intrinseci al sub-sistema (la natura dei materiali, la forma e la posizione degli elementi, il loro stato di conservazione), sia di quelli esterni (il clima, la polluzione atmosferica, ecc.).

In questo approccio, la programmazione non solo stabilisce i tipi di intervento e i tempi in cui eseguirli, ma distingue anche gli elementi del sistema in funzione della loro vulnerabilità, suddividendo ciò che è oggetto di manutenzione in base alla probabilità di subire un guasto più o meno accentuato e dosando gli interventi nel tempo in modo che l'attenzione venga posta di volta in volta sui sub-sistemi potenzialmente a rischio, con un conseguente risparmio di risorse.

Simulazioni e analisi sviluppate nell'ambito del laboratorio di "Strategie di Gestione dei Rischi per il Paesaggio" del corso "ECOSCAPE - Valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico"

Daniela Ladiana

In questa parte del testo sono raccolte l'elaborazione di alcune formulazioni di simulazione progettuale della fidatezza dei sistemi a scala territoriale prodotte nell'ambito del laboratorio B di "Strategie di Gestione dei Rischi per il Paesaggio", svolto a conclusione del corso di formazione on-line interdipartimentale "ECOSCAPE – Valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico" che sviluppava in special modo i contenuti delle lezioni del prof. Michele Di Sivo (tutor: Paola Capace e Daniela Ladiana) sull'analisi, la valutazione e la gestione dei rischi nel territorio.

Mirato alla formazione della figura professionale dell'esperto in valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico, il corso assumeva come sfondo la domanda di nuove competenze in materia di paesaggio conseguente alla Conferenza Europea sul Paesaggio del 2000 ed all'Accordo Stato-Regioni del 19 aprile 2001.

Il nuovo quadro che si era venuto delineando per le politiche del paesaggio in Italia e in Europa richiedeva, infatti, di formare personale tecnico interno alle Pubbliche Amministrazioni che fosse in grado di valutare meglio, sotto il profilo specifico della sostenibilità ambientale e paesaggistica, i progetti da autorizzare; imponeva, inoltre, di migliorare la preparazione delle figure professionali dell'architetto e dell'ingegnere allo scopo di organizzare con maggiore efficacia i progetti di valorizzazione del patrimonio paesaggistico e culturale.

L'intento primario era di contribuire alla creazione di una competenza specifica sui temi della promozione degli interventi di valorizzazione del patrimonio ambientale e paesaggistico esistente, con ricadute riguardanti anche le attività di gestione amministrativa nelle autorizzazioni dei progetti architettonici e urbanistici; il suo fine ultimo, di collaborare allo sviluppo dei metodi di controllo di qualità dei progetti sotto il profilo della loro sostenibilità paesaggistica.

Il corso era articolato in due moduli: il primo, "*Organizzazione dei progetti di paesaggio*" (modulo A), si prefiggeva di fornire le strumentazioni concettuali ed operative più idonee per elaborare progetti di paesaggio che rispondes-



Figura 1. Il bacino montano di riferimento

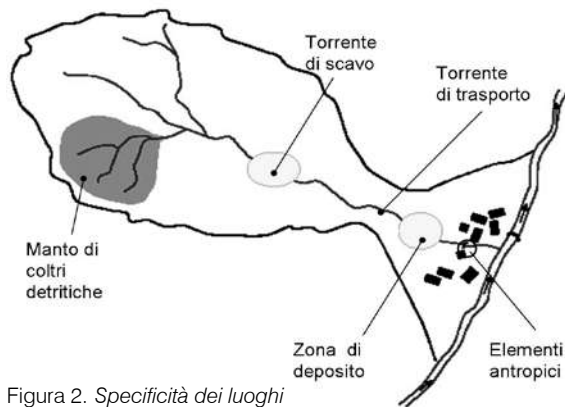


Figura 2. Specificità dei luoghi

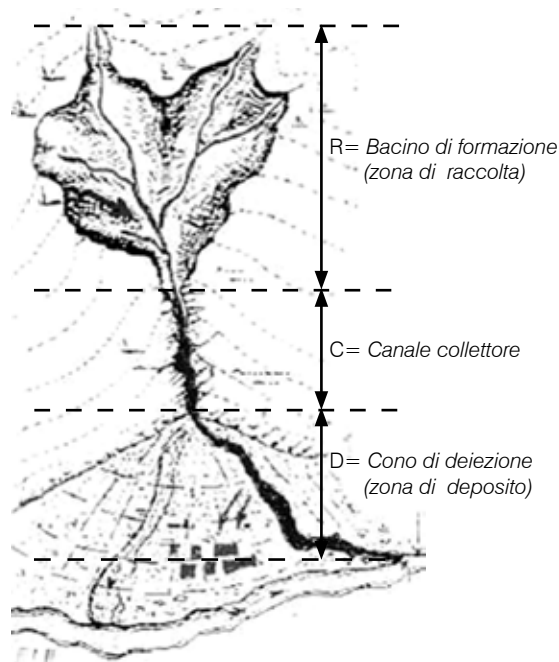
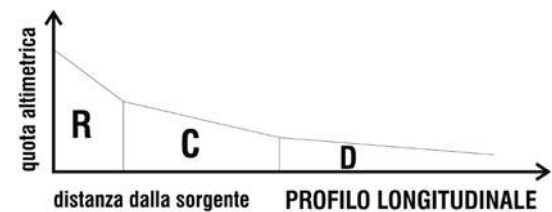


Figura 3. Individuazione delle zone di riferimento

sero ai requisiti di qualità e di fattibilità tecnica, amministrativa, economica e sociale; il secondo, "Il patrimonio e i rischi" (modulo B), verteva sulle strumentazioni concettuali e operative utili al fine di valutare i rischi per il paesaggio dovuti non solo ai processi di trasformazione in atto, ma anche ai programmi e ai progetti di settore che non tenessero sufficientemente in considerazione l'importanza del paesaggio.

Il Corso, che si rivolgeva in particolare ai neo-laureati in Architettura e Ingegneria in procinto di inserirsi nel mondo del lavoro, offrendo loro un approfondimento conoscitivo finalizzato ad un'esigenza attuale del mercato professionale, ha tuttavia registrato l'adesione di dipendenti delle Pubbliche Amministrazioni titolati alla gestione dei procedimenti per l'organizzazione e l'autorizzazione di progetti edilizi e urbanistici, nonché di liberi professionisti operanti nel campo della progettazione del paesaggio e di un dottorando in "Metodi di Valutazione per la Conservazione Integrata del Patrimonio Architettonico e Ambientale" dell'Università di Napoli "Federico II".



DATI DI RIFERIMENTO

ZONA R - Versante costituito da coltri detritiche (massi ciottoli commisti a materiale minuto) con pendenza di circa 45°-35° ed orizzontale al piede. Il tratto di torrente che percorre questa zona ha una pendenza di 35°-25° circa, con sponde scoscese e velocità dell'acqua sostenuta. L'attività che vi svolge è di pastorizia.

ZONA C - Il corso d'acqua rallenta la sua velocità per la diminuzione della pendenza (25°-15°) ed il relativo aumento di inerzia. L'attività svolta nella zona è di piccolo artigianato, agricoltura ed allevamento.

ZONA D - Il corso d'acqua riduce ulteriormente la sua pendenza (10°), iniziando il deposito delle sostanze di trasporto. L'attività svolta nella zona a valle è di industria, artigianato ed agricoltura

Tale composizione dell'aula virtuale ha reso la discussione ed il confronto all'interno del laboratorio estremamente stimolanti, moltiplicando i punti di vista su un tema tanto rilevante per un paese in cui quello del paesaggio rappresenta uno dei luoghi più significativi della sua specificità culturale. Scegliere fra i materiali prodotti dagli studenti non è stato un compito facile per il livello pressoché omogeneo dei lavori, tutti contraddistinti da grande impegno e volontà di "far bene".

L'imbarazzo è stato alimentato anche dalla varietà delle declinazioni dei temi assegnati, originatisi grazie ad una interessantissima libertà di interpretazione che ha portato a diverse accentuazioni degli aspetti caratterizzanti.

I temi del laboratorio

Il territorio è un sistema complesso: gli elementi che lo compongono, ma anche le azioni – naturali ed antropiche – che intervengono su di esso producono effetti che derivano soprattutto dalla loro reciproca interdipendenza e interrelazione.

La conoscenza dei fattori che concorrono alla vita del sistema e la valutazione del loro grado di influenza contribuiscono alla creazione di uno scenario territoriale plausibile, utile a giudicare il livello di affidabilità del sistema stesso o, in altri termini, a definire una qualità del territorio in senso ampio, quindi anche della vita, al di sotto della quale potremmo parlare di perdita, caduta dello standard *normale*, danno.

L'indagine dei punti critici, dei pericoli, delle vulnerabilità presenti nel sistema mira ad individuare quelle debolezze che, rapportate ai fattori scatenanti (naturali e antropici), possano compromettere l'equilibrio ambientale e arrecare danno agli elementi esposti.

Ma equilibrio ambientale, sostenibilità, sviluppo economico, tutela dell'ambiente sono concetti astratti se non pensati e continuamente rielaborati all'interno di un processo dinamico di pianificazione che rifletta, in sostanza, la complessità dinamica del territorio.

Il processo di pianificazione si struttura su di un modello operativo flessibile, a carattere ciclico, che sostituisce quello lineare di causa-effetto: un percorso dinamico che, attraverso l'aggiornamento dei dati, il monitoraggio e l'autocontrollo dei risultati, mira al miglioramento continuo e al mantenimento.

L'obiettivo è quello di perseguire il mantenimento di una qualità territoriale intesa nel suo vitalistico divenire, comparando e facendo interagire nel processo di pianificazione tutti quegli elementi (naturali, antropici, economici e culturali) che concorrono a determinare le sorti di una situazione ambientale.

All'interno del corso, per il perseguimento di tali obiettivi, si tentato, nell'ambito delle esercitazioni condotte, di sviluppare capacità di analisi finalizzate all'individuazione delle azioni prioritarie ai fini della prevenzione dei rischi ambientali.

Le esercitazioni previste – la cui realizzazione ha comportato un intenso scambio tramite la piattaforma virtuale – erano tese a produrre esemplificazioni di analisi ex-ante ed ex-post di un determinato evento calamitoso.

L'analisi ex-post di eventi catastrofici può essere definita come una fase essenziale della cosiddetta "investigazione incidentale", intesa come processo posto in atto allo specifico scopo di apprendere sia le cause dirette e indirette di un fenomeno, per adottare le misure necessarie a prevenire il ripetersi del fenomeno stesso o di fenomeni simili, sia i suoi effetti e le circostanze collaterali alla sua evoluzione, per adottare le misure necessarie a contenere, anche in futuro, eventuali, analoghe conseguenze.

Anche quando l'evento iniziatore (causa immediata) di un incidente è ascrivibile ad un preciso e ben circostanziato fattore scatenante, l'esperienza insegna che i danni immediati possono essere sempre ricondotti a delle cause di natura gestionale (difetto di programmazione/pianificazione del territorio e/o carenza di manutenzione del territorio stesso nel suo complesso).

Un effettivo progresso in termini di prevenzione si può ottenere solo se saranno state adeguate

mente individuate e rimosse queste cause di radice; altrimenti, con il tempo, l'evento è destinato a riprodursi in modo simile, se non identico.

L'esperienza mostra, inoltre, che è estremamente raro che un fenomeno di portata catastrofica abbia, come unica causa, un fattore del tutto incontrollabile e non prevenibile: ciò che gli Inglesi chiamano "Act of God" (ad esempio la caduta di un meteorite o un evento sismico di scala anomala). Anche in questi casi, comunque, l'investigazione ex-post non va trascurata, dal momento che può condurre, se non altro, al miglioramento in corso d'evento del comportamento di uomini e manufatti e ad una più efficace protezione dalle conseguenze.

In questo senso, l'analisi ex-post degli eventi deve essere finalizzata allo sviluppo ed al perfezionamento delle procedure di manutenzione/pianificazione/gestione del territorio in quanto strumento di prevenzione dai rischi idrogeologici.

Il laboratorio ha previsto lo svolgimento di due esercitazioni:

- *Analisi ex ante*: "Analisi e valutazione del rischio di inondazione di una valle"
- *Analisi ex post*: "Gli avvenimenti catastrofici di Sarno: una indagine critica".

La prima esercitazione del laboratorio proponeva di effettuare l'analisi e la valutazione del rischio di inondazione di una valle e la previsione degli interventi di manutenzione necessari a garantire prevenzione e protezione rispetto ai rischi individuati e giudicati come non tollerabili.

Si trattava, in pratica, di analizzare l'attività antropica esistente e tutti gli aspetti di funzionamento idrico e morfologico del bacino, in modo da rilevare quei pericoli relativi alla porzione di territorio considerata che avrebbero potuto provocare l'inondazione della valle ed identificare le vulne-

rabilità che potessero amplificare il danno. Sulla base dei rischi individuati, si chiedeva di ipotizzare gli interventi più congrui per una loro eliminazione o riduzione.

La simulazione, in sintesi, era volta ad applicare i metodi del risk management per definire le scelte migliori ai fini della sicurezza e della manutenzione dell'ambito individuato. Le immagini e i dati forniti cercavano di restituire un quadro complessivo della zona presa in esame; ma si è lasciata anche la libertà di adottare ulteriori parametri che fossero funzionali alla definizione di uno scenario utile allo sviluppo della simulazione. La seconda esercitazione è consistita in un'indagine ex-post degli avvenimenti catastrofici che hanno colpito Sarno ed i paesi limitrofi finalizzata a:

- rintracciare le cause apparenti e profonde che hanno effettivamente provocato l'evento, in altre parole ripercorrere il Loss Causation Model;
- individuare le vulnerabilità che hanno aggravato il danno che ne è conseguito;
- capire se, in tempi passati, vi fosse la consapevolezza delle vulnerabilità di quella zona e quali accorgimenti venissero presi per ovviare alle stesse;
- descrivere gli interventi programmati nel dopo-emergenza, cercando di stabilire in funzione di quali analisi e valutazioni e con quali tecniche siano stati pianificati e poi realizzati;
- effettuare una valutazione delle azioni previste e poste in atto;
- formulare possibili forme alternative di intervento.

I materiali prodotti durante l'attività applicativa del laboratorio sono stati selezionati ed elaborati al fine di ottimizzarli rispetto agli obiettivi di esemplificazione metodologica di questo volume¹.

Valutazione dei rischi finalizzata alla pianificazione del territorio

I fattori della simulazione

Obiettivo: simulazione di un progetto per la tutela ambientale della fascia montana e per la sicurezza degli insediamenti a valle; programmazione di una gestione del territorio sostenibile dal punto di vista economico, sociale ed ambientale.

Analisi: analisi rivolta alla comprensione delle cause profonde, legate al sistema-territorio e prodotte dalla inaffidabilità della organizzazione del territorio stesso. Essa consiste in una sequenza di fasi:

- acquisizione delle informazioni e dei dati territoriali sui caratteri geologici-ambientali e su quelli socio-economici nonché sulle relazioni che intercorrono tra tutti i componenti del sistema, per l'identificazione delle debolezze del sistema stesso (Vulnerabilità territoriale = V);
- individuazione del pericolo che si manifesti un evento dannoso con riferimento alla intensità, alla frequenza e alla localizzazione di certi eventi già accaduti nel passato (banche-dati e cartografie tematiche), che determinano la severità dell'evento stesso (Pericolosità = H);
- quantificazione del numero di abitanti e del numero di beni economici coinvolti in un evento dannoso (Esposizione = E).

Risk management: valutazione del rischio R attraverso l'analisi del rischio stesso (*risk analysis*), ovvero attraverso la determinazione preventiva del verificarsi di un danno D indesiderato ($R = H \times D$; $D = V \times E$). Una volta individuato il rischio R, si passa alla sua valutazione in termini di tollerabilità ed accettabilità (*risk assessment*), per poi arrivare alla gestione dei rischi (*risk management*).

Programma di manutenzione: manutenzione intesa e praticata come disciplina fondamentale per la gestione della qualità del territorio in rapporto alla variabile tempo.

In tale ambito deve essere finalizzata al consolidamento dei livelli di sicurezza ed alla conservazione della qualità dell'ambiente. Il programma prevede interventi periodici, che si avvalgono dell'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica (non strutturali), e promuove nella popolazione il riaffermarsi del senso di appartenenza al territorio.

Il processo di pianificazione territoriale di un bacino idrografico

La conoscenza dei fattori che interagiscono sul sistema e la definizione del loro grado di partecipazione ed influenza aiutano a valutare il livello di affidabilità del sistema stesso.

L'individuazione delle vulnerabilità presenti nel sistema mira a determinare quelle debolezze che, rapportate ai fattori scatenanti (naturali e antropici), possono arrecare danno agli elementi esposti.

Il processo di pianificazione non è più visto, quindi, in modo statico e lineare (causa-effetto), ma assume un carattere di dinamicità e flessibilità.

Ciò si ottiene grazie ad un continuo aggiornamento dei dati provenienti dal monitoraggio per l'autocontrollo delle condizioni e dei livelli di sicurezza e di qualità raggiunti.

Come abbiamo detto, si tratta, in sostanza, di applicare il processo ciclico *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*) come modello di gestione della qualità.

L'obiettivo è quello di perseguire il mantenimento di una qualità territoriale facendo interagire nel processo di pianificazione tutti quegli elementi che concorrono a definire le sorti di una situazione ambientale.

PLAN. È la fase di pianificazione che, attraverso la conoscenza, l'analisi e la valutazione dei rischi, individua gli obiettivi primari e gli interventi prioritari per garantire la sicurezza del territorio.

DO. È la fase di gestione del rischio attraverso l'attuazione di procedure operative.

CHECK. È la fase di controllo e monitoraggio delle situazioni potenzialmente pericolose.

ACT. È la fase di correzione e miglioramento del processo di mantenimento degli standard di sicurezza e di qualità stabiliti.

AMBITO DI INTERVENTO



bacino idrografico



brano/porzione di territorio



modello/sistema multidimensionale complesso

La conoscenza dell'area

La costruzione della banca-dati

Questa prima fase deve essere finalizzata alla costruzione di una banca-dati del sistema territoriale interessato.

Le informazioni e i dati da acquisire riguardano diversi aspetti del sistema: dall'individuazione del perimetro del bacino alle sue caratteristiche geomorfologiche per arrivare a quelle di carattere storico (legate sia agli eventi catastrofici che agli insediamenti antropici).

Di seguito si elencano una serie di elaborati/carte che rappresentano la base sulla quale sviluppare il progetto.

I dati geomorfologici vengono acquisiti tramite il reperimento delle cartografie tematiche:

- *carta clivometrica;*
- *carta geologica strutturale;*
- *carta geomorfologica;*
- *carta litologico-tecnica;*
- *carta dell'Uso del Suolo;*
- *carta dei bacini e della rete idrografica;*
- *carta delle aree colpite da frane e inondazioni.*

I dati che riguardano l'antropizzazione dell'area vengono acquisiti tramite il reperimento di cartografie di base e indagini storiche:

- *carta dei servizi e delle infrastrutture (rete viaria, ferrovie, acquedotti, linee telefoniche, ecc.);*
- *carta delle attività produttive (insediamenti industriali, turistici, artigianali, agricoli, ecc.);*
- *carta degli edifici strategici;*
- *carta della densità abitativa;*



Figura 1. Comportamento idrico del bacino

- *fotogrammetrie.*

Le indagini storiche, permettendo la lettura della dinamicità del sistema territoriale, costituiscono un vero patrimonio di conoscenze utili alla valutazione dei rischi.

Il Sistema Informativo Catastrofi Idrogeologiche

Uno strumento fondamentale è rappresentato dal SICI – Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche –, che consente di individuare, nella zona oggetto di studio, la frequenza delle catastrofi. La storia, assieme alla geomorfologia, all'idrologia ed alla meteorologia, fornisce uno dei supporti essenziali per una corretta valutazione del rischio geologico e idraulico connesso al verificarsi di eventi calamitosi prodotti da piogge intense o prolungate. L'analisi dell'informazione storica può condurre ad identificare non solo le aree vulnerate, ma anche – in base al principio secondo il quale il passato offre la chiave per comprendere il presente e prevedere il futuro – le aree potenzialmente vulnerabili. L'informazione storica rimane spesso l'unico strumento utilizzabile per verificare le teorie ed i modelli (fisici, statistici od euristici che siano) sulla pericolosità ed il rischio da frana e da inondazione.

Il bacino idrografico

Una volta acquisiti tutti gli elementi necessari alla costruzione di una completa Banca-Dati, si passa alla definizione del perimetro del bacino e ad una sua analisi più dettagliata dal punto di vista geomorfologico e antropico; questa permetterà di individuare i pericoli che interessano il sistema del bacino idrografico.





Figura 2. Sistema informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche

Parametri ipotizzati dell'area del bacino idrografico

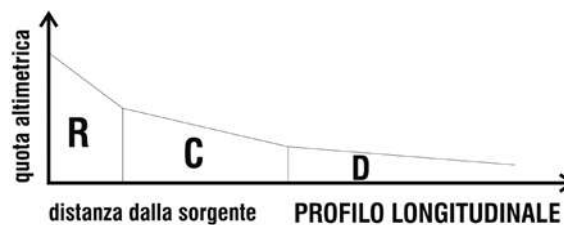
- altitudine a monte: 1200 m.s.l.m.;
- altitudine a valle: 600 m.s.l.m.;
- forte piovosità nel periodo di marzo-aprile.

Le zone del bacino idrografico

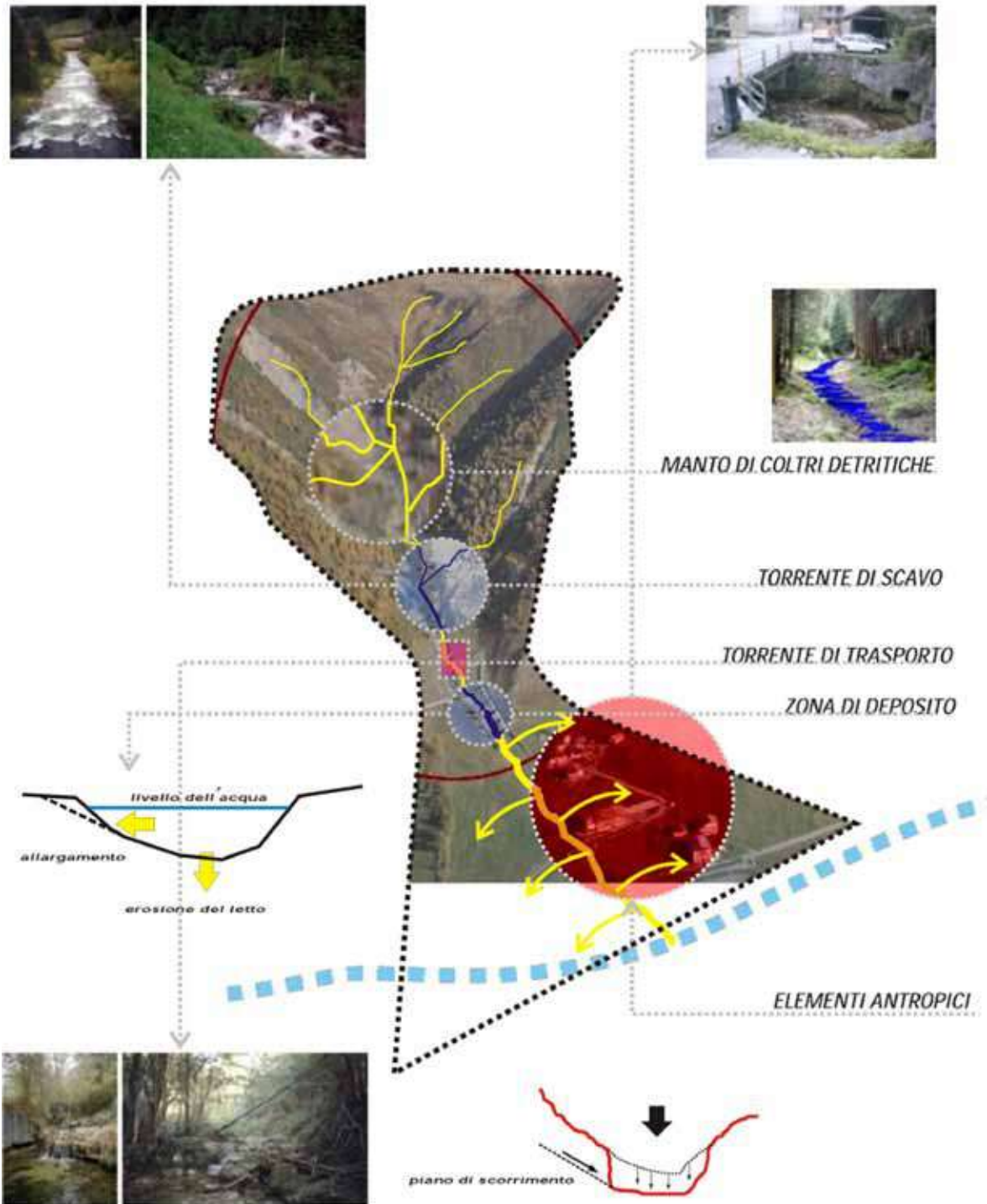
Zona R – Versante costituito da coltri detritiche (massi ciottoli commisti a materiale minuto) con pendenza pari a 45°-35° circa e orizzontale al piede. Il tratto di torrente che ricade in questa zona ha una pendenza di 35°-25° circa, con sponde scoscese e velocità dell'acqua sostenuta. L'attività che vi si svolge è di pastorizia.

Zona C – Il corso d'acqua rallenta la sua velocità per diminuzione della pendenza (25°-15°) e relativo aumento di inerzia. L'attività svolta nella zona è di piccolo artigianato, agricoltura e allevamento.

Zona D – Il corso d'acqua riduce la sua pendenza (10°), iniziando il deposito delle sostanze di trasporto. L'attività svolta nella zona a valle è di industria, artigianato e agricoltura.



I fattori naturali ed antropici



Dati geomorfologici ed antropici

Il perimetro di studio

Il perimetro coincide con il limite del bacino idrografico, ma le considerazioni per l'analisi e la gestione dei rischi si estendono anche alle zone limitrofe, ovvero alle montagne e alla pianura circostanti.

Dati geomorfologici

I dati geomorfologici sono stati già evidenziati. Va, però, sottolineata la presenza di grotte di particolare interesse naturalistico (A), accessibili fino ad oggi solo agli speleologi. Le grotte sono, pertanto, oggetto di specifiche attenzioni da parte degli amministratori locali per la promozione del territorio.

Dati storici

Va ricordato che, non più di 20 anni or sono, il versante ovest fu colpito da una frana di medie dimensioni (B), che solo per coincidenze fortuite non provocò perdite di vite umane e danni alle cose.

Dati antropici

L'allargamento dei limiti fisici di studio è funzionale ad una più attenta lettura delle condizioni socio-economiche dell'area. Infatti l'area soffre di problemi di spopolamento dovuti alle uniche attività storicamente praticate, ovvero all'agricoltura ed alla pastorizia. Ciò non offre alternative valide alle giovani generazioni che vogliono eventualmente rimanere in questi luoghi. In un panorama socio-economico abbastanza appiattito come quello appena illustrato, la Fattoria Biologica (C), presente proprio nella zona a ridosso del bacino idrografico, rappresenta un'eccellenza da tutelare e promuovere sull'intero territorio. La Fattoria ha, inoltre, un ruolo di promozione dell'utilizzo di energie alternative (viene infatti alimentata da un piccolo campo fotovoltaico, un mini-eolico, biomasse e solare termico). Per di più la regimentazione delle acque meteoriche permette il riciclo ed un forte risparmio di acqua. E con il sistema di fitodepurazione di recente costituzione, che serve tutta la comunità gravitante intorno a questo piccolo centro (circa 100 persone), la Fattoria completa il quadro – inusuale nel panorama italiano – di perfetto insediamento antropico in perfetta simbiosi con la natura.

Non distante dalla Fattoria c'è un'altra piccola industria (D) per la lavorazione delle pelli di animali.

Purtroppo il processo di lavorazione fa uso di prodotti chimici che, qualora si verificasse un evento catastrofico, potrebbero riversare liquidi pericolosi, contaminando la produzione biolo-

gica della vicina Fattoria e di alcune aziende zootecniche che sono più a valle.

L'obiettivo della Pubblica Amministrazione locale è quello di convertire l'attuale realtà industriale nella produzione di pelletteria per promuovere l'impiego di biomasse.

Va poi ricordato che di recente, nella zona centrale del bacino, hanno attrezzato aree picnic (E) che sono ben presto divenute meta di abitanti locali e non solo: ultimamente, infatti, si registrano presenze di persone provenienti dai centri abitati più grandi che, nel periodo primavera-estate, vi confluiscano richiamate dalle particolari doti di bellezza naturalistica e di frescura che le contraddistinguono.

Individuazione dei pericoli

Parte alta del bacino – Zona R (zona di raccolta): trasporto a valle di coltri detritiche.

Parte intermedia del bacino – Zona C (canale collettore): destabilizzazione dei versanti a causa del comportamento del torrente, che assume caratteristiche di scavo, e conseguente manifestazione di fenomeni franosi per scivolamento ed ingrossamento del letto con trasporto di *woody debris flow* e *mud flow*.

Parte terminale del bacino – Zona D (zona di deposito): esondazioni con trasporto di materiale fangoso accumulatosi lungo la discesa a valle, tale da danneggiare gravemente gli insediamenti antropici.

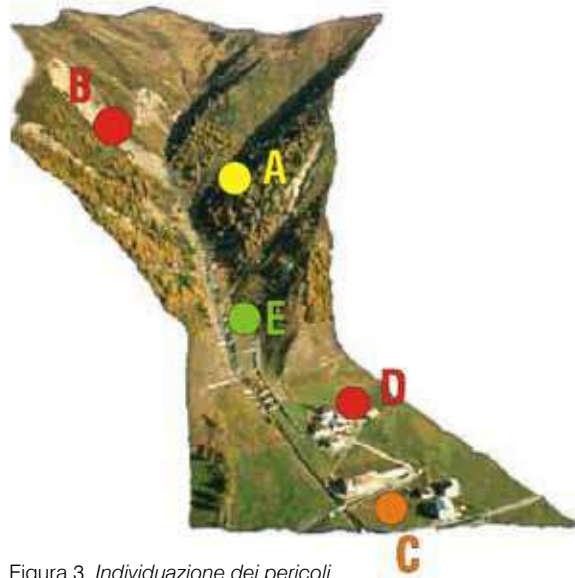


Figura 3. Individuazione dei pericoli

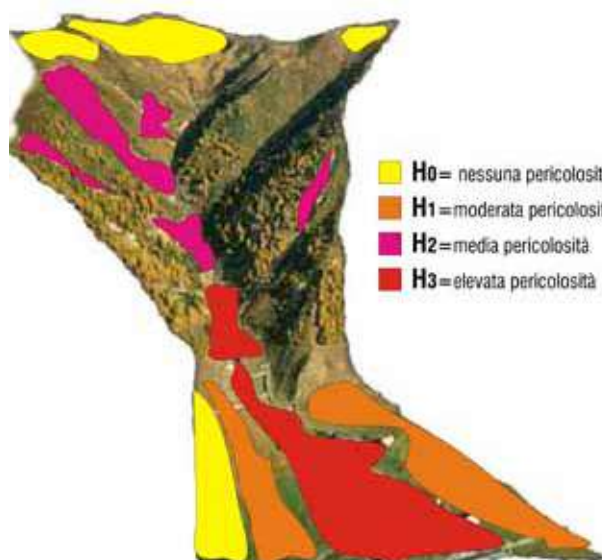


Figura 4. Zonazione per classi di pericolosità

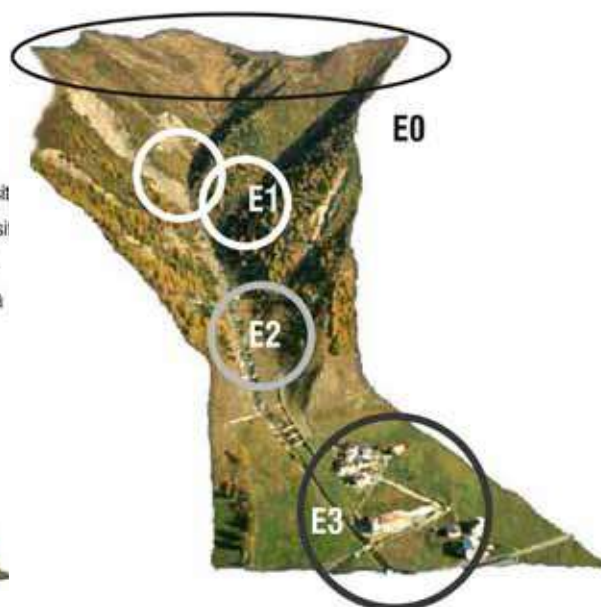


Figura 5. Elementi esposti

Valutazione della pericolosità

Dalla individuazione dei pericoli si passa all'elaborazione della *carta di sintesi delle pericolosità* (1:25000) ed alla successiva zonazione per identificare le aree con maggiore o minore pericolosità e suddividerle in classi qualitative di pericolosità. Sulla base di una sintesi delle informazioni acquisite attraverso valutazioni statistiche e soggettive, si procede ad una stima della pericolosità riferita sia al rischio di frana che al rischio di inondazioni.

Valutazione del danno potenziale

Una volta stilata la carta di sintesi delle pericolosità, si valutano quelli che potrebbero essere i danni qualora si verificasse un evento catastrofico. A tal fine si procede all'individuazione dei valori E e V precedentemente descritti.

Dopo aver definito questi due valori, applicando la formula che segue si calcola il danno potenziale:

$$D = E \times V$$

D = danno potenziale

E = elementi esposti (numero di abitanti e numero di beni economici)

V = vulnerabilità (punti di debolezza del sistema)

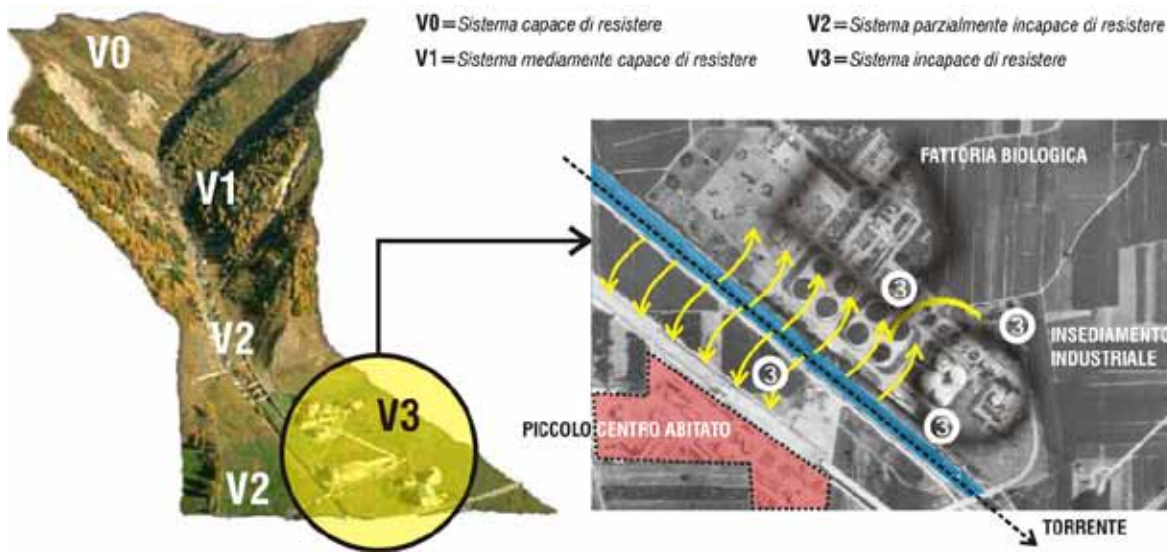
Valutazione degli elementi esposti

Il valore di E è in funzione del numero degli individui e dei beni economici che subirebbero danni qualora si avverasse una catastrofe ambientale.

Nel caso in esame, le aree più esposte (E3) sono quelle del centro abitato e delle piccole realtà produttive insediate a ridosso del torrente a valle (zona D). Per quanto riguarda la zona C, la presenza di un'area attrezzata per picnic fa sì che il valore sia E2. Per la zona R, la concentrazione di grotte e di qualche ricovero per animali riduce il valore a E1; ma, se le grotte diventassero meta turistica – come nelle intenzioni dell'Amministrazione locale –, il valore salirebbe a E2. Sempre nella zona R, più a monte il valore scende a E0, perché si passa ad aree disabitate ed improduttive.

Valutazione delle vulnerabilità

La valutazione della vulnerabilità viene effettuata attraverso il sistema di indagine *FTA*, che mette in diretta relazione il comportamento del sistema ambientale con le probabilità che un evento catastrofico si manifesti. Si tratta, quindi, di simulare un evento catastrofico e registrare la risposta che il sistema può offrire, valutando attentamente anche l'*effetto domino* che si verifica qualora ci siano più elementi esposti a contatto tra loro e di diversa natura.



V0 = Sistema capace di resistere
 V1 = Sistema mediamente capace di resistere
 V2 = Sistema parzialmente incapace di resistere
 V3 = Sistema incapace di resistere

Fault Tree Analysis

Di seguito si espone un esempio di calcolo, secondo il modello FTA, delle classi di vulnerabilità relative alla zona D e riferite al pericolo di inondazione.

L'obiettivo è quello di riprodurre l'evento catastrofico per capire come il sistema territoriale si comporta e qual è la sua capacità di reazione. Inoltre bisogna determinare le probabilità che l'evento provochi danni a causa della vulnerabilità.

Vulnerabilità elevata (V3) per il piccolo centro urbano e per le realtà produttive che sono a ridosso dell'alveo del fiume. Data la presenza di un ponte che restringe fortemente il corso del fiume, il pericolo di inondazione è reale, in caso di abbondanti piogge, e provocherebbe la contaminazione delle coltivazioni biologiche qualora arrecasse danni alla piccola conceria che si trova nelle vicinanze del fiume, a poca distanza dalla fattoria stessa.

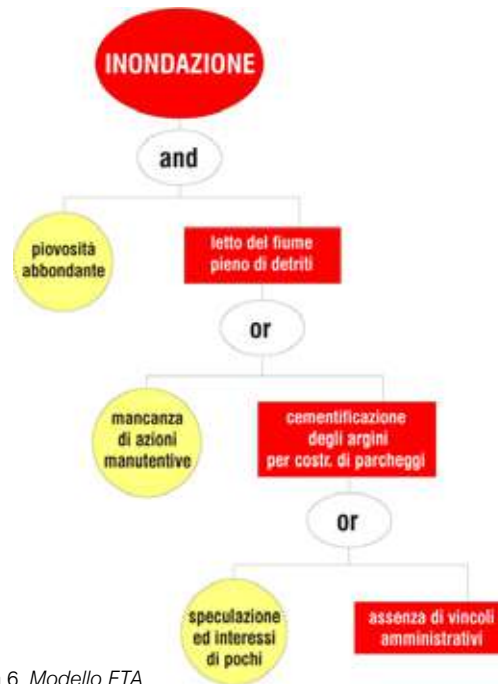


Figura 6. Modello FTA

Matrice E-V per il calcolo del danno

Avendo a disposizione sia la carta degli elementi esposti che la valutazione della vulnerabilità, si procede al calcolo del danno potenziale attraverso la matrice E-V.

dove:

- D0 = danno nullo
- D1 = danno modesto
- D2 = danno medio
- D3 = danno elevato

	V0	V1	V2	V3
E3	D0	D2	D3	D3
E2	D0	D1	D2	D3
E1	D0	D1	D1	D2
E0	D0	D0	D0	D0

Figura 7. Classi qualitative del danno potenziale

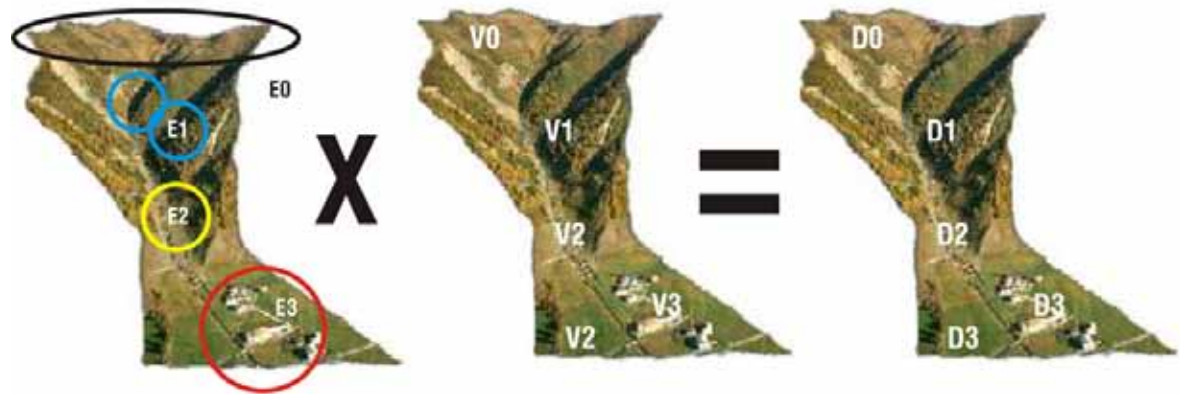


Figura 8. Calcolo del danno

Dal confronto delle due precedenti carte, nelle quali sono evidenziati i valori E e V, risulta, quindi, un danno potenziale molto elevato nella zona a valle, dove sono più visibili i segni della antropizzazione. Una volta determinato il danno potenziale, si passa alla valutazione del rischio.

Valutazione del rischio

La valutazione del rischio si compie attraverso il confronto fra le carte della pericolosità e del danno potenziale.

Nelle zone in cui il rischio supera la soglia socialmente accettabile, è necessario prevedere interventi di prevenzione.

Le analisi e le valutazioni finora formulate hanno messo in luce, nelle singole zone individuabili all'interno del bacino idrografico, diverse condizioni di criticità. Per valutare però più ac-

curatamente i gradi di rischio e le urgenze di intervento, è opportuno porre i valori di danno potenziale in relazione con l'*Hazard* (Pericolosità), tenendo conto di altri parametri come, ad esempio, quello socio-economico. Per una valutazione del rischio condotta sulla base di classi qualitative, può essere utilizzata la matrice *Hazard-Danno* (H-D), deducendo i rischi e le zone territoriali ad essi associate secondo una mappatura a colori sfumati dall'area a più alto rischio (R3) sino a quella a più basso rischio (R0). La mappatura evidenzia diversi indici di criticità che caratterizzano il livello di sicurezza delle singole zone. Si rileva che la classe di rischio R1, presente sul versante occidentale della zona R e valutata come probabile frana, compromette, assieme alle vulnerabilità dell'alveo del torrente (inconsistenza delle sponde, occlusione parziale dell'alveo, mancanza di sfogo in caso di piena), la sicurezza dei nuclei abitati a valle per l'effetto di tracimazione del torrente.

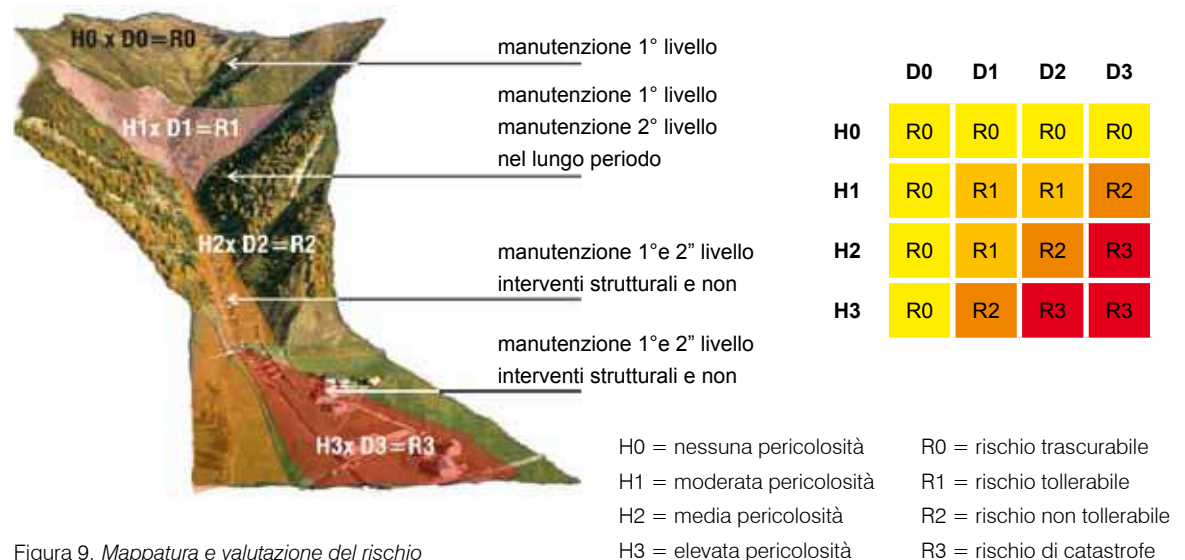


Figura 9. Mappatura e valutazione del rischio

Programmazione della manutenzione

La programmazione degli interventi andrà pensata al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati per ottenere la sicurezza e la qualità ambientale dell'intera area.

Per le zone R0 (rischio nullo: aree campite in rosa) e per le zone R1 (rischio trascurabile: aree campite in giallo) si prevedono azioni di manutenzione e di regolamentazione (azioni normative) sull'uso del suolo.

A seconda del grado di dissesto e del budget disponibile, in queste aree si può optare per interventi di manutenzione non strutturali di 1° livello ed eventualmente di 2° livello, distribuiti anche nel lungo periodo.

Aree R0

Per le aree a rischio nullo si consigliano azioni diffuse di manutenzione di 1° livello (azioni non strutturali), tali da mantenere la funzionalità idraulica del territorio:

- *pulitura dell'alveo;*
- *monitoraggio del corso d'acqua;*
- *divieto di disboscamento;*
- *conservazione delle opere idraulico-forestali e idraulico-agrarie esistenti.*

Aree R1

Le aree situate nella zona di raccolta del bacino sono caratterizzate da una forte instabilità dei versanti.

Oltre alle azioni di manutenzione di 1° grado elencate sopra, si possono programmare, nel medio e lungo periodo, azioni di manutenzione di 2° livello:

- *interventi di riforestazione;*
- *stabilizzazione dei versanti mediante interventi di ingegneria naturalistica (palificate vive, grate vive, briglie);*
- *regimentazione idraulica superficiale;*
- *consolidamento delle sponde fluviali con palificate, viminate e grate spondali vive.*

Per le aree che si collocano nel cono di deiezione è opportuno provvedere alla conservazione e manutenzione delle opere idraulico-agrarie, verificandone il buon regime idraulico (canali di bonifica e irrigazione, opere di presa, ecc.) ed il ripristino della naturalità dei corsi d'acqua minori e reintroducendo, laddove manchi, la fascia di vegetazione riparia.

Aree R2

L'intera zona C del bacino considerato (canale collettore) è contraddistinta da un'elevata componente di rischio idraulico: in questo tratto, il fiume assume carattere prevalentemente

torrentizio e di transizione fluvio-torrentizia; non sono presenti difese spondali e l'evoluzione dell'alveo tende ad allargare la propria sezione ed a conquistare nuovi spazi di divagazione; per di più le sponde sono sottoposte ad intensi fenomeni erosivi.

Sono pertanto auspicabili diversi interventi:

- *manutenzione di 1° livello per garantire gli standard minimi di funzionalità fluviale (rimozione dei rifiuti solidi, taglio della vegetazione in alveo e specialmente degli alberi isolati di grandi dimensioni, ripristino della sezione idraulica in corrispondenza dei ponti);*
- *manutenzione di 2° livello per migliorare la stabilità delle sponde (palificate vive, grate vive, viminate, ecc.) e la sicurezza dei versanti (rimozione dei massi pericolanti, realizzazione di briglie selettive);*
- *regolamentazione dell'uso del suolo (vincolo idrogeologico, divieto di nuova edificazione e di impianto di attività produttive, incentivi per la riforestazione, educazione della popolazione in vista di situazioni di emergenza, redazione di piani di evacuazione e di soccorso da parte della Protezione Civile).*

Aree R3

Si tratta della fascia di pertinenza fluviale localizzata nella zona di deiezione (D) del bacino idrografico e caratterizzata dalla presenza del piccolo centro urbano e di piccoli insediamenti produttivi e commerciali. In questa zona il fiume mostra forti segni di antropizzazione e preoccupa, in particolar modo, il restringimento dell'alveo per la costruzione di un parcheggio. In questo caso si suggeriscono differenti interventi di mitigazione del rischio:

- *prevenzione non strutturale, che può consistere – nel caso specifico – nel riordinare la regolamentazione degli usi del suolo, definendo recinti di sicurezza che difendano l'inviolabilità delle zone ritenute non gestibili;*
- *individuazione di aree esondabili che possa fungere da azione strutturale di protezione delle aree già antropizzate;*
- *riduzione della vulnerabilità del territorio attraverso iniziative di educazione e divulgazione di piani di evacuazione e di soccorso;*
- *prevenzione strutturale, ovvero manutenzione di 2° livello (creazione di aree umide naturali, consolidamenti spondali, ecc.).*

È bene ricordare, infine, che l'uomo non può evitare che eventi calamitosi accadano, ma può senz'altro limitarne i danni il più

possibile, mantenendo un atteggiamento di rispetto verso i fattori naturali e cercando di controllare sempre più l'azione dei suoi simili.

Esempi di intervento

Gli interventi decisi per mitigare i rischi di frane, nei versanti della zona a monte dell'area oggetto di studio, e di alluvioni, a fondovalle, sono orientati verso l'utilizzo dell'ingegneria naturalistica per le sue caratteristiche di interventi non strutturali capaci di garantire sicurezza e qualità ambientale: la funzione di una piantumazione di talee, per esempio, è paragonabile ad una iniezione di cemento, ma presenta per di più il vantaggio che la natura si riapproprierà nel tempo dell'intervento fatto dall'uomo. Nelle immagini a lato sono illustrate diverse tipologie d'intervento.

Politiche ex-post/ex-ante

Appare evidente che, per una corretta tutela del territorio, bisognerebbe uscire dalla situazione di continua urgenza in cui gli interventi necessari mirano a tamponare condizioni di grande pericolosità.

Una politica partecipativa, al contrario, tende al coinvolgimento della popolazione per un costante controllo e monitoraggio del bene pubblico. La consapevolezza dell'importanza del ruolo personale, unita alla riscoperta di un senso di appartenenza della comunità al territorio, alimenta l'atteggiamento di difesa della propria terra e l'attivazione di politiche per la valorizzazione delle potenzialità locali.

Nel caso in questione, la presenza di testimonianze storiche di archeologia industriale, che documentano antichi percorsi verso i pascoli dell'altipiano, e la vicinanza al parco regionale potrebbero essere di stimolo per un deciso cambiamento.

Il coinvolgimento dei giovani, attraverso attività manutentive organizzate in sinergia con le scuole, e la promozione di corsi di formazione sulle tecniche dell'ingegneria naturalistica potrebbero, poi, favorire la creazione di nuovi posti di lavoro, che risulterebbero funzionali ad una generale riqualificazione del territorio con ricadute positive anche sull'economia locale.



Analisi ex-post degli eventi franosi di Sarno

Il 5 maggio la pioggia su Sarno era insistente, sottile, tiepida; a coprirsi si sudava perché maggio aveva già quasi portato, come sempre nel Sud, l'estate.

Un unico presagio, cui non si badò molto al momento, e che riaffiora soltanto nella memoria: la montagna era da giorni ricoperta da una fittissima nuvola, scesa fino alle sue pendici.

Era una nuvola – non nebbia – che da queste parti non c'è mai, perché la terra non si raffredda davvero mai. Una nube nera di pioggia, pesante, tale da impedire totalmente la visuale. "Se solo avessimo potuto vedere" dicono oggi molti dei superstiti. Ma la rabbia della montagna, covata a lungo, non voleva avere testimoni. Luogo di miti greci, di antropomorfismi che affiorano naturali nella mente degli abitanti: come non pensare a quella nuvola come al segno di una volontà assassina?

Da dietro quella maschera iniziò la vendetta, che per essere più efficace, più crudele, doveva continuare a essere, fino all'ultimo, imprevedibile. Rilasciò così, molto piano, le sue creature. 143 frane, 14 solo su Sarno. Iniziarono alle 4 del pomeriggio, e continuarono con la costanza di uno stillicidio. Ma sempre sorprendenti. Scesero a velocità diverse, e con rumori diversi. Alcune furono silenziose e improvvise. Altre passarono con lo sferragliare di un treno. Altre ancora si annunciarono con colpi simili a dei tuoni. Alcune più liquide, altre solidificate dal peso della terra che gli si arendeva man mano. Non ci fu mai un solo fronte da cui guardarsi. Scesero in luoghi sempre diversi: prima divisero il paese a metà, poi lo circondarono, lo isolarono facendo saltare luce e telefoni, e continuarono a ricomparire, sempre altrove, trasformando alla fine Episcopio e Sarno in una piccola scacchiera, di aree sommerse e aree asciutte, dove ognuno venne intrappolato senza sapere cosa ci fosse dentro il buio e di là del muro di materiali immondi che lo isolava. Disorientante.

Il terremoto accomuna. Il tremore prende tutti, dà un allarme generale. Chi sopravvive sa che ad altri potrebbe essere accaduto qualcosa. Non così le frane, non nel buio progressivo di una serata piovosa. Silenziosa, la frana travolge chi c'è; poi si ferma. Chi è dieci metri più in là non se ne accorge. Il metodo si rivelò così molto efficace per una vendetta: molti restarono a vedere convinti che il peggio fosse passato. Molti restarono perché non capirono.

E a mezzanotte, mentre arrivava la convinzione che comunque peggio di così nulla poteva esserci, venne il colpo finale. Con un rombo che questa volta sembrò un terremoto venne rilasciata la frana di proporzioni maggiori. Una colata larga cento metri, in alcuni punti alta trenta, seguendo il terreno o inglobandolo, cancellò una intera fetta del paese, e l'ospedale, simbolo della lotta che comunque si era opposta fino a quel momento alla catastrofe.

La colata lasciò in aria una nube di polvere marroncina, leggermente fosforescente contro l'alone delle luci riverberate in cielo dalla ricca valle ai piedi del Vesuvio.

Nella notte rimasero solo i trilli dei telefonini ancora carichi, e le urla dei sopravvissuti che gridavano nel vuoto di un luogo che, per quello che a quel punto capivano, poteva essere stato inghiottito.

Come le guerre non sono tutte uguali, e ognuna infatti si scardina intorno a un atto o a un'arma per eccellenza – il Kalachnikov delle guerriglie sudamericane, le bombe auto del Libano, gli Scud iracheni, il fucile con cannocchiale dei cecchini di Sarajevo – così le tragedie hanno ognuna una propria firma, una meccanica che ce ne svela l'identità.

Il Vajont, il terremoto del Messico, l'esplosione del vulcano Nevado del Ruiz in Colombia, il tornado della Florida, il terremoto recente dell'Umbria: ognuno di questi disastri, indipendentemente persino dal numero dei morti, ci ha svelato qualcosa delle popolazioni colpite, della loro cultura e, soprattutto, del posto che esse occupavano nel mondo. Dandoci delle lezioni.

La frana che si abbatte su Sarno (...) ricostruita nella sua meccanica si rivela come la tragedia della incomprendione e della solitudine. Dei cittadini fra loro. Ma anche fra loro e le istituzioni. Locali e nazionali. Il disastro di Sarno diventa, suo malgrado, un test. In questa cittadina dell'hinterland napoletano si congiungono infatti una serie di politiche di ieri e di oggi, che, tutte insieme, costituiscono lo stato presente delle cose, nella ormai eterna, e insostenibile, transizione italiana. Le cause della frana sono in gran parte pregresse: risultato di anni di politiche speculative. Ma il presente non ne viene illuminato meglio. Ritardi nei soccorsi, caos burocratico, lentezza nel percepire, promesse non mantenute, scarsa solidarietà sociale, svelano aspetti inquietanti anche nell'Italia di oggi. Ricordano bruscamente che l'entrata in Europa non è tutto, che la nostra è ancora una nazione a doppia cittadinanza.

L'Evento

Per una corretta interpretazione degli eventi franosi e per un loro studio sistematico, è necessario avere ben presente il quadro generale del fenomeno e del contesto fisico-ambientale di riferimento. L'area in questione è la Piana Campana, in prossimità del Somma-Vesuvio, con particolare riguardo per la zona di Sarno.

Nei giorni 5 maggio e seguenti del 1998, in conseguenza di rilevanti precipitazioni abbattutesi nelle giornate precedenti, nel bacino del Fiume Sarno e nelle zone limitrofe si sono innescate numerose "colate rapide di fango" o *mud flows*.

La concentrazione maggiore si è registrata lungo i versanti della struttura carbonatica di Monte S. Angelo – Pizzo d'Alvano – Monte Torrenone - Monte Faitaldo, che comprende gli abitati di Sarno, Episcopio, Siano, Bracigliano e Quindici, nelle province di Salerno e Avellino. Altri eventi hanno colpito le province di Napoli e Caserta. I 143 movimenti franosi, che si sono succeduti rapidamente nell'arco di circa 10 ore (dalle 14:00 alle 24:00), hanno interessato contemporaneamente un'area di circa 75 km².

La gravità di tali fenomeni, secondo gli studi effettuati, è da attribuirsi primariamente a due condizioni naturali sfavorevoli dal punto di vista geologico e geomorfologico e, più precisamente, alla natura delle zone coinvolte, formate da coltri piroclastiche e da rocce carbonatiche, ed alla pendenza molto elevata dei versanti³.

I dissesti verificatisi sono consistiti principalmente in colate rapide originatesi sui ripidi versanti, generalmente nei pressi della cresta, che hanno percorso perlopiù le linee di impluvio naturali esistenti (canaloni e vallecole), arrivando alla piana sottostante con elevata velocità ed energia e investendo direttamente i centri urbani con effetti catastrofici.

I primi fenomeni si sono manifestati nel tardo pomeriggio del giorno 5 maggio, per poi proseguire durante tutta la notte e nella mattinata successiva, raggiungendo un numero complessivo di circa 100 eventi.

Le colate rapide di fango, che traggono origine da dissesti superficiali trasformati rapidamente in flussi di materiale cellulare misto ad acqua, hanno interessato la coltre dei prodotti piroclastici riferibili alle varie fasi esplosive dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, che ricoprono in maniera estensiva i rilievi montuosi dell'area investita, composti prevalentemente da rocce calcaree.

Tali fenomeni risultano essere molto pericolosi a causa della carenza di chiari segni premonitori, dell'elevata forza erosiva e distruttiva e della capacità di trascinare materiale di grandi dimensioni per notevoli distanze in tempi brevissimi.

Le colate del 5 maggio 1998 hanno provocato 160 vittime, danni gravissimi alle strutture ed infrastrutture nonché modifiche sostanziali e irreversibili della morfologia del territorio.

Fattori predisponenti ed innescanti

Da indagini e studi di dettaglio, svolti in particolare mediante analisi aerofotointerpretative e geotecniche (alcune delle quali ancora in corso, condotte dall'Unità Operativa dell'Università di Salerno), sono scaturite le modalità di origine degli eventi di Sarno. I fenomeni franosi si sono generati, in primo luogo, come conseguenza di piogge prolungate nel territorio.

Le precipitazioni meteoriche hanno trasformato il materiale incoerente presente sui versanti, costituito da piroclastiti sciolte e detrito di falda, in una miscela che si è comportata come un fluido altamente viscoso muovendosi sulla superficie di contatto tra la copertura e le rocce carbonatiche.

La repentina discesa verso valle del materiale ha dapprima seguito le linee di scorrimento preferenziale, allargandosi a ventaglio di fronte al brusco cambio di pendenza all'inizio della piana (figura 1). Le zone maggiormente colpite sono state quelle dei Comuni di Quindici e di Sarno.

Gli effetti catastrofici verificatisi possono imputarsi principalmente all'ubicazione degli insediamenti urbani nelle aree pedemontane soggette a fenomeni imponenti di interramento, conseguenti a colate rapide nei tratti montani ad elevata pendenza. La violenza delle frane oggetto di studio è tuttora chiaramente visibile sulle strutture.

Come si è già constatato in corrispondenza di altri eventi franosi⁴, sebbene la maggior parte del materiale franato si sia fermata relativamente vicino alla base dei pendii, tuttavia, anche nel '98, una certa quantità di fango è stata trasportata dal flusso per distanze di una decina di chilometri da essi.

Ciò non fa altro che confermare la forza di tali fenomeni, caratterizzati di norma da alta velocità e grande potere distruttivo.

Nel caso in esame sono state stimate velocità anche superiori ai 60 km/h (dati del Servizio Geologico Nazionale, rapporto preliminare del 1999). In alcune sezioni poste in curva, sulle pareti dei canaloni, si sono potuti rilevare dei segni che fanno presumere addirittura una velocità di punta delle colate di molto superiore⁵.

Un'analisi preliminare ha dimostrato che gran parte delle frane è stata provocata da piccoli distaccamenti localizzati nelle zone sommitali, di discontinuità topografiche naturali (corone morfologiche, incisioni, ecc.) e da discontinuità create dall'uomo (strade tagliate e lavori di sterro come terrapieni), che hanno determinato scivolamenti rotazionali e traslazionali⁶.

Nel territorio di Sarno si sono evidenziati due principali tipi di movimenti: il cedimento del versante causato dalla sua morfologia sub-verticale e il cedimento associato alle irregolarità geomorfologiche dello stesso⁷. Questi movimenti si sarebbero innescati in tempi diversi dando luogo a colate successive: nell'area analizzata, infatti, si sono avuti circa 150 movimenti franosi in un intervallo temporale di soli due giorni.

Per frane di maggiori dimensioni, il volume in gioco ha assunto un valore medio superiore ad alcune centinaia di migliaia di metri cubi per una lunghezza fino a 3 km (dati del Servizio Geologico Nazionale, rapporto preliminare del 1999).

Come già accennato, dall'esame del materiale franato si è evinto, infine, che esso è quasi esclusivamente di natura piroclastica, anche se in taluni tratti si osserva l'avvenuta movimentazione di massi carbonatici di dimensioni non superiori ai 2-4 m³. Nella zona di Sarno, in particolare, si è calcolato, sulla base di rilievi effettuati subito dopo gli eventi franosi, che il materiale di derivazione vulcanica coinvolto ammonta a circa 1.500.000 m³ (Unità Operativa 2.38, rapporto informativo del 1999). I depositi piroclastici presentano una bassa coesione e giacciono su versanti molto acclivi.

Le forme di erosione lineare rilevate (canaloni e valleciole a "V") risultano essere, perlopiù, sedi di depositi di materiale incoe-

rente di notevole spessore non sottoposti come in passato, a manutenzione.

Gli stessi canaloni e valleciole, nei tratti terminali, sono stati spesso modificati dall'intervento antropico, che li ha trasformati in sistemi di viabilità riducendo o annullando le loro funzioni originali.

Tratti di versante sono stati interessati, di recente, da incendi che hanno favorito l'erosione accelerata delle aree colpite. Il terrazzamento antropico – le cui tracce si riconoscono agevolmente anche sui versanti più acclivi – da tempo è stato abbandonato e non ha potuto assolvere, pertanto, alla sua funzionalità di raccolta e regimentazione delle acque meteoriche.

I Regi Lagni e gli altri canali artificiali di scolo, carenti persino di manutenzione ordinaria, non hanno espletato le loro azioni di drenaggio delle acque meteoriche.

L'urbanizzazione intensiva e l'errata o inesistente pianificazione territoriale hanno fatto sì che venissero realizzate abitazioni ed infrastrutture, anche di considerevole entità, in luoghi sicuramente non idonei dal punto di vista geologico.

In tale contesto geologico e ambientale, le piogge succedutesi nei giorni precedenti l'evento, per quanto non eccezionali come intensità e quantità, sono state probabilmente la causa principale dell'innescarsi dei fenomeni franosi.

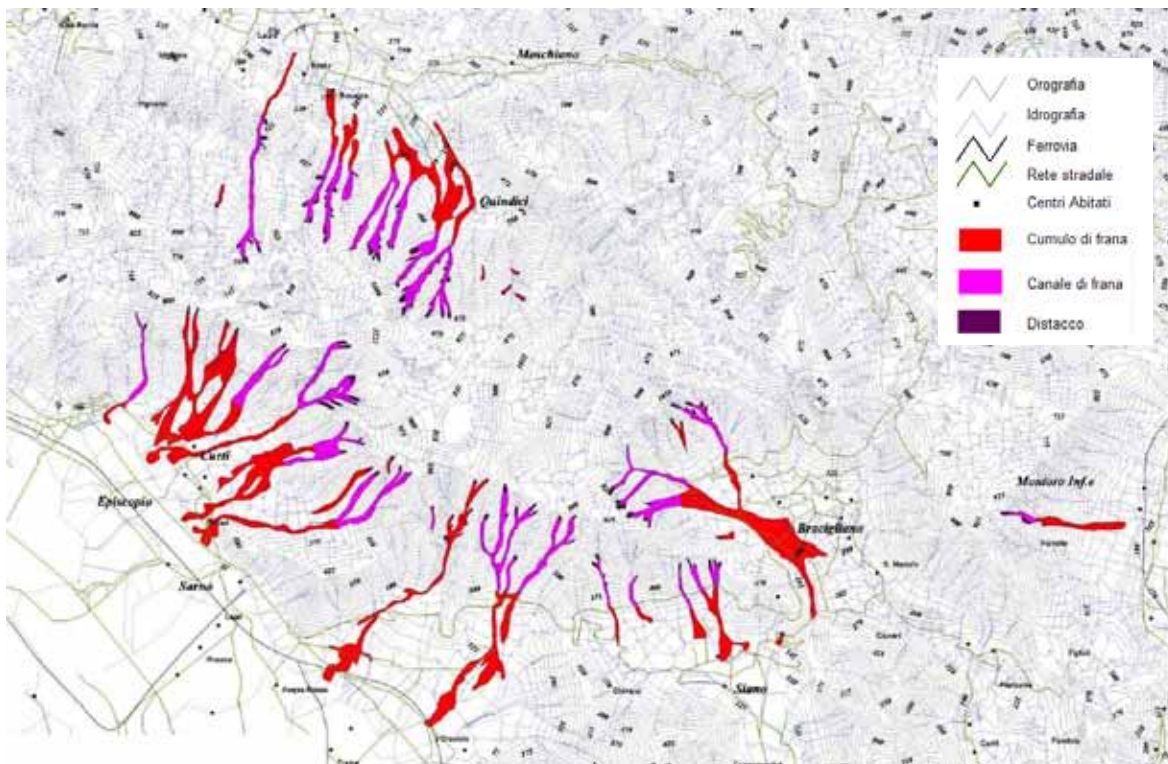


Figura 1. Carta delle frane (Copyright © 1998, Unità Operativa 2.38 GNDCI-CNR)

Caratteristiche geologiche e geomorfologiche

I rilievi montuosi coinvolti negli eventi franosi del 5 maggio 1998 fanno parte tutti di una stessa dorsale (Monti Picentini), individuata dai Monti di Avella, per ciò che riguarda S. Felice a Cancellò, e dai Monti di Sarno (Pizzo d'Alvano e Monte Sarò), per quel che concerne Sarno, Quindici, Siano e Bracigliano. Questi rilievi, da cui soprattutto traggono alimentazione la falda e le sorgenti del Fiume Sarno, rappresentano i principali massicci carbonatici che bordano e circoscrivono, a nord-est, la Piana del Sarno, che topograficamente ha forma pressoché romboidale ed una estensione territoriale complessiva di circa 200 km²; quest'ultima è poi delimitata, a sud-est, dalla base

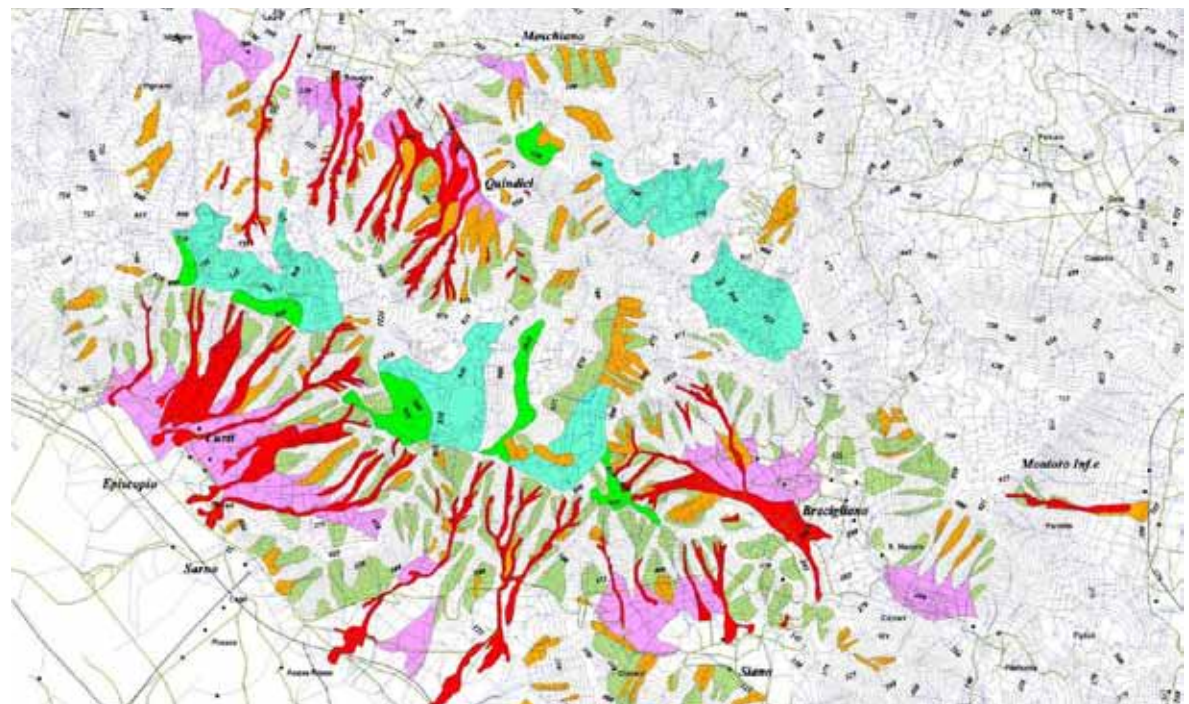
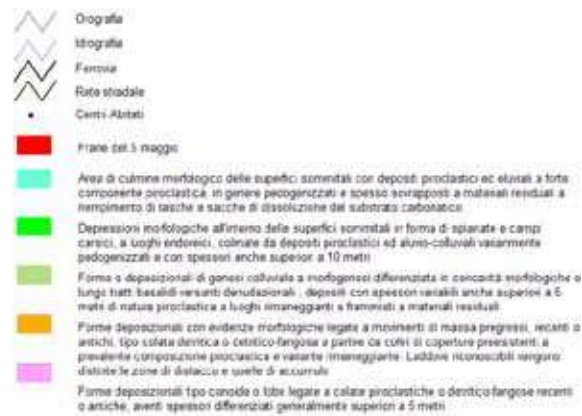


Figura 2. Unione della carta delle frane e della carta geomorfologica (Copyright © 1998, Unità Operativa 2.38 GNDICI-CNR)

dei rilievi carbonatici dei Monti Lattari, nella porzione di sud-ovest, dal tratto di costa compreso tra Torre Annunziata e Castellammare di Stabia e, nel margine di nord-ovest, dalle falde dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio.

I rilievi montuosi sopra indicati mostrano caratteristiche geologiche tipiche dell'Appennino Campano, dove le rocce carbonatiche sono diffusamente ricoperte da coltri di depositi piroclastici sciolti aventi spessori variabili, via via decrescenti dalla Piana verso l'interno della catena.

Le rocce del substrato carbonatico si presentano, nella parte più superficiale, uniformemente degradate e fratturate per effetto dell'attività tettonica e degli agenti atmosferici che operano su di esse quando queste erano ancora in affioramento. Le coperture piroclastiche, che invece risalgono ad un'età più recente e si sono accumulate nei periodi di attività dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio, risultano alterate dall'azione delle acque di scorrimento superficiale e – come già anticipato – hanno spessori decrescenti con continuità dal fondovalle verso le creste dei rilievi.

Sulla dorsale carbonatica si osservano diverse linee di impleuvio sub-parallele, che, nella parte alta, appaiono poco incise, mentre, verso la base, tendono ad approfondirsi in connessione con l'aumento di spessore delle coperture piroclastiche.

La conformazione geologica e geomorfologica del territorio favorisce, specialmente in mancanza di un'adeguata copertura vegetale e di un'efficiente rete di drenaggio delle acque super-

ficiali, il verificarsi di eventi franosi di colata lungo i versanti. La coltre piroclastica, in tempi di magra, assorbe facilmente le scarse acque di pioggia in quanto dotata di altissima porosità; al contrario, in tempi di piena pluviometrica, cioè in occasione di precipitazioni violente, la stessa coltre superficiale si satura nella parte affiorante, dando luogo al ruscellamento delle acque, mentre piogge lente e insistenti possono arrivare a saturarla completamente ed a riempire le fratture presenti nella roccia carbonatica, formando un'intercapedine di acqua tra i

due strati che funge da superficie di scivolamento dello strato sovrastante ormai saturo.

Si viene così a creare una condizione di estrema instabilità che, per cause accidentali (o determinanti), genera il distacco, in uno o più punti, di ingenti masse di materiale che, con elevata velocità ed enorme forza distruttiva, si dirigono verso valle seguendo le linee di massima pendenza.

Nelle figure 2, 3 e 4 sono rappresentate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area investita dalla frana.

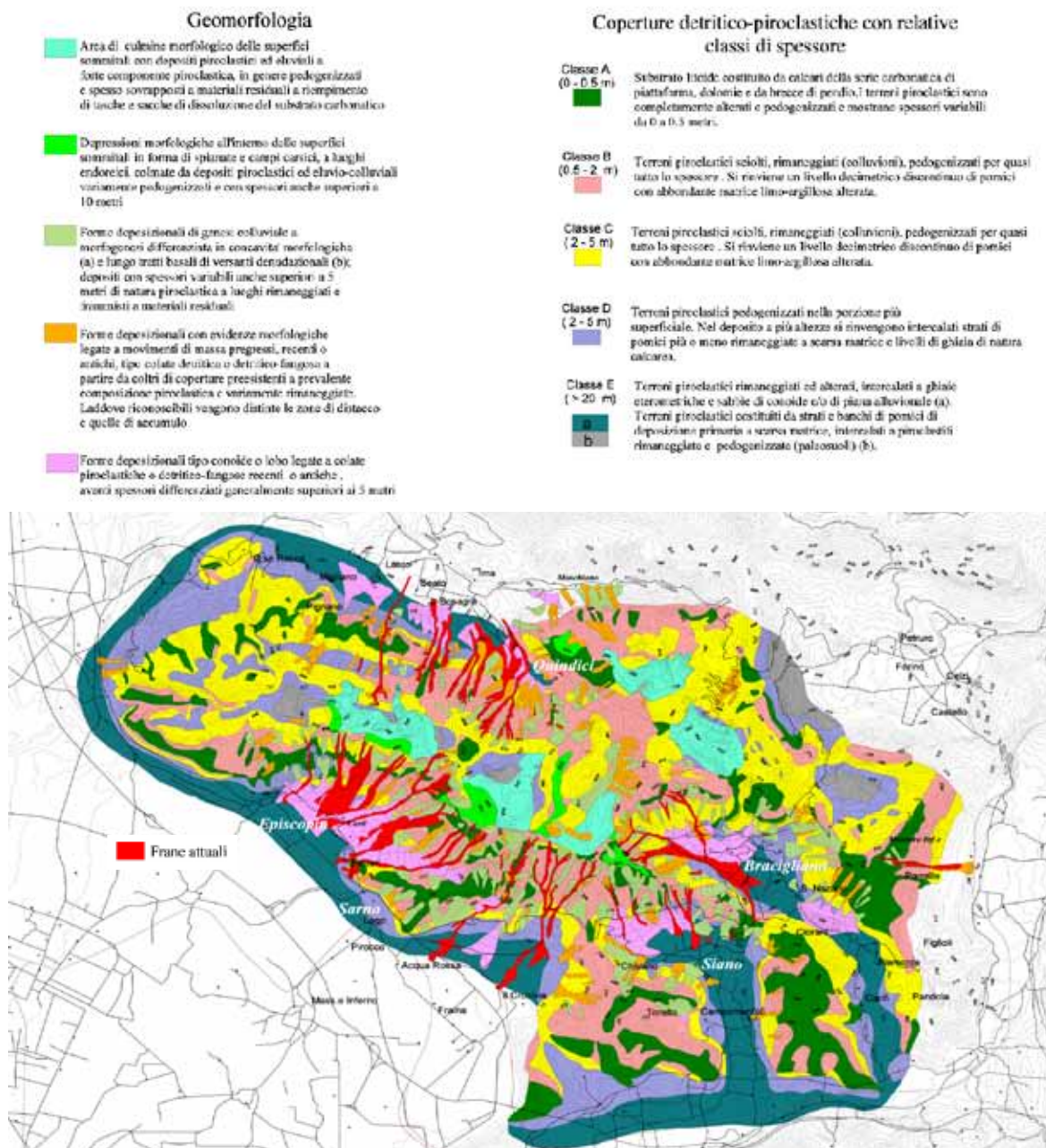


Figura 3. Sovrapposizione della Carta delle Frane, della Carta Geomorfologica e della Geologica (Copyright © 1998, Unità Operativa 2.38 GNDCI-CNR)

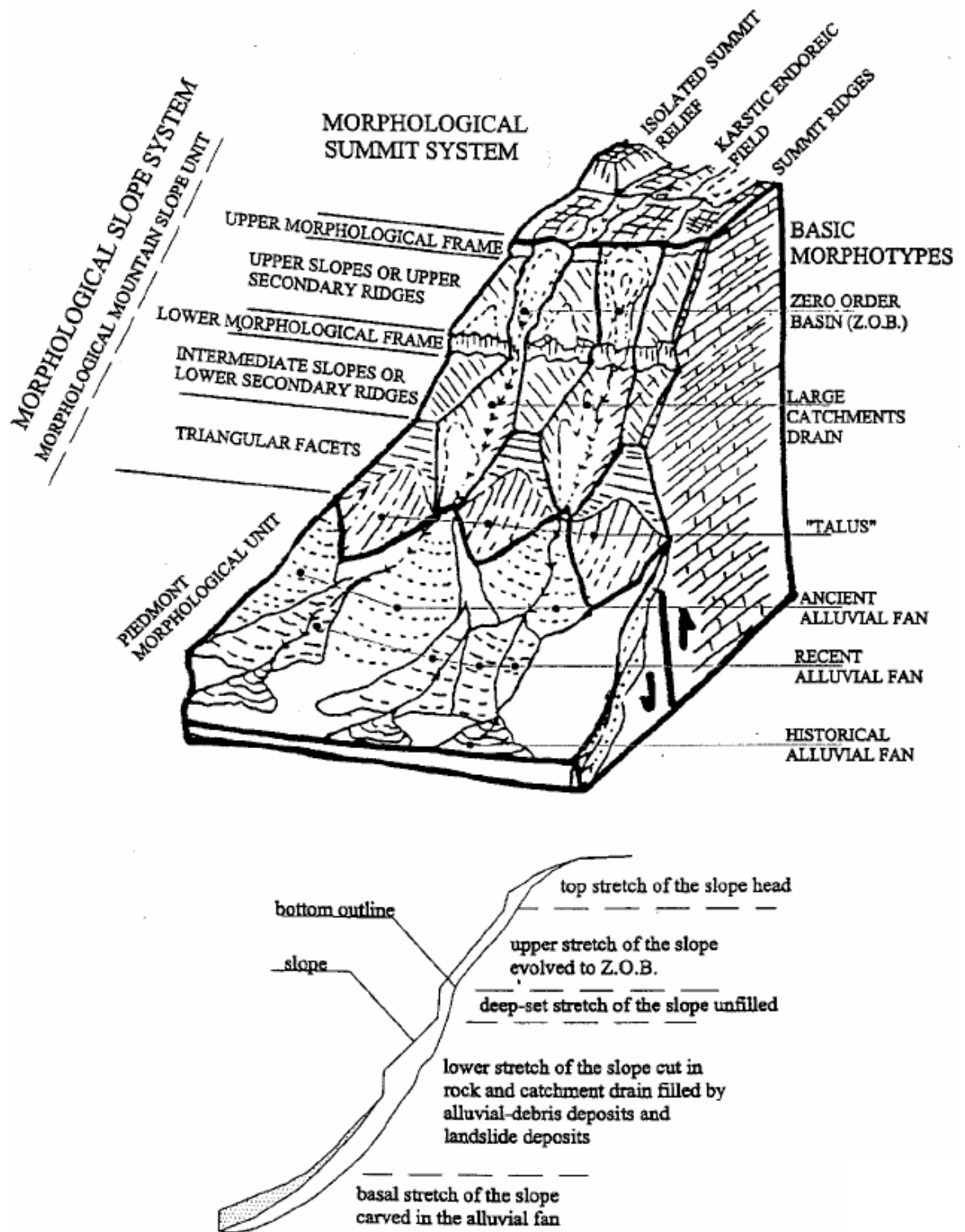


Figura 4. Modello geomorfologico delle frane di Sarno (Cascini et al., 2000)

Caratteri vegetazionali

La copertura vegetale del terreno – soprattutto alberi d'alto fusto e sottobosco – svolge un ruolo decisivo per la stabilità di tali versanti, diminuendo l'impatto dell'acqua piovana sul suolo, assorbendone una parte, rallentandone la velocità di caduta e compattando lo strato più superficiale del suolo stesso.

Il rapporto tra la capacità di assorbimento delle acque di una superficie boschiva con alberi d'alto fusto e sottobosco e quella di una ricoperta solamente da uno strato d'erba è di 10 a 1. Inoltre, le linee di impluvio costituiscono vie preferenziali per il drenaggio delle acque piovane, evitando la saturazione completa della coltre piroclastica e l'assorbimento graduale delle acque di infiltrazione nel carbonatico sottostante.

Sul versante di Quindici la copertura vegetale originaria, composta da castagni e querce e dal corrispondente sottobosco, è stata sostituita da una coltivazione di nocelleti: una vegetazione di tipo arbustivo per impiantare la quale è stato eliminato totalmente il sottobosco.

Questo ha aumentato l'instabilità e il dissesto idrogeologico dell'intera area, come testimoniato dagli eventi franosi che, già nel corso del 1997, si erano succeduti nella zona alle spalle dell'abitato di Quindici, a nord del tratto franato il 5 maggio, e nella zona di Monteforte Irpino, alle spalle dell'abitato di Taurano; per di più, nel novembre del '97, si erano verificati lo straripamento dell'alveo di Quindici, che aveva causato la morte di una giovane donna nel Comune di Lauro, e quello degli alvei di Avella e Gaudino, che aveva interessato i Comuni di Cicciano, Camposano e Cimitile. Infine, nei primi mesi del 1998, era stato notato un insolito innalzamento del fondo dell'alveo di Quindici, all'altezza dell'abitato di Nola, che comprovava l'avanzata erosione, a monte, dello strato superficiale della collina.

Sul versante di Sarno il calo della superficie boschiva risale agli anni Ottanta ed è legato a numerosi incendi (gli ultimi nei mesi di luglio e agosto del '97) che hanno privato la vegetazione di radici.

Nel 1986 una frana aveva colpito quel versante, nell'area di Palma Campania, provocando 8 morti; oltretutto la distruzione della rete idrografica dei Regi Lagni – non solo dei canali di impluvio delle zone montuose, ma anche dei canali a valle –, effetto di anni d'incuria e di cementificazione, ha fatto del Bacino del Sarno una delle aree a più elevato rischio idrogeologico di tutta Italia, con la triste media di un'alluvione all'anno.

Anche il versante di S. Felice a Cancellò è stato oggetto, recentemente, di incendi e di un massiccio disboscamento; la zona a valle di tale abitato è, poi, caratterizzata da un grave dissesto idrogeologico per la mancanza di una rete idrica che ha determinato la costituzione di veri e propri invasi di acque bianche e nere, la cui presenza genera un incombente rischio ambientale e sanitario.

Abbattimento della vegetazione spontanea e del sottobosco per incendi e sostituzione con colture più redditizie, carenza di manutenzione della risorsa boschiva, carenza di manutenzione e pulizia dei canali di drenaggio e della rete idrografica, sia a valle che a monte: questi gli elementi antropici che hanno fatto – per così dire – scivolare lo strato di materiale piroclastico su un cuscinetto di acqua dai versanti verso valle, rendendo possibile la formazione di quella colata di fango assassina che ha travolto interi paesi.

Caratteristiche meteorologiche

Delle venti stazioni pluviometriche presenti sul territorio campano, cinque sono situate in prossimità dell'area colpita dagli eventi franosi del 5 maggio. Nella zona pedemontana compresa tra Quindici, Sarno, Siano e Bracigliano, i valori totali massimi di pioggia per i giorni 4 e 5 maggio 1998 oscillano tra i 120 e i 140 mm; per le zone montane manca una rete di monitoraggio, ma, interpolando i dati disponibili, si può stimare un livello massimo di circa 170 mm. I valori storicamente più alti mostrano che il tempo di ritorno associabile alle precipitazioni di 120 mm presso Avella, calcolato sulla base dei dati relativi al periodo 1951-1993, è dell'ordine di 10-15 anni.

STAZIONE	BACINO	COMUNE	PROVINCE	ALTEZZA (m s.l.m.)	Precipitazioni (mm)
AVELLA	Regi Lagni	Avella	AV	198	120
SARNO	Sarno	Sarno	SA	46	104.4
S. MAURO	Cavaioia	Nocera Inf.	SA	31	93
S. PIETRO	Solofrana	Montoro Sup.	AV	315	122.2
PONTE CAMERELLA	Cavaioia	Nocera Sup.	SA	97	93.6
Precipitazioni registrate nei giorni 4 e 5 maggio 1998 (mm totali)					

Dunque gli episodi piovosi del 4 e 5 maggio 1998, anche se consistenti, non possono essere definiti eccezionali per quell'area se non in considerazione del periodo, visto che la maggior parte degli eventi estremi si concentra in autunno o in inverno e non nel mese di maggio.

Va segnalato, inoltre, che il mese precedente - l'aprile 1998 - aveva fatto registrare piogge intense ma comunque inferiori ai massimi storici del mese, che superano i 200 mm.

Eventi progressi nell'area

L'area in esame è stata soggetta, in passato, a molteplici fenomeni franosi. Da tutte le segnalazioni provenienti dalla letteratura e, in particolare, delle Memorie del Servizio Geologico Nazionale⁸ e dai dati del Progetto AVI del CNR, sono state estratte le seguenti informazioni:

- 1) A Sarno (SA) notizie relative ad episodi di frana sono disponibili a partire dal 1963: in data 21/2/63 si riporta di una frana distaccatasi dalla zona a monte della cittadina. Le cause sono da individuare nelle piogge abbondanti che avevano provocato l'esondazione del fiume Sarno.
- 2) Il 9/1/68 un movimento franoso, descritto come "colata di terra a rapida velocità", aveva causato una vittima. Anche in questo caso l'origine del fenomeno è stata rintracciata nelle piogge abbondanti.
- 3) Per quanto riguarda Bracigliano (SA), a partire dal 1992 sono state raccolte due notizie di eventi: il 4/10/1992 numerose frane avevano arrecato danni alla viabilità; il 27/12/93 una frana aveva prodotto l'interruzione della viabilità. In entrambi gli episodi le cause innescanti sono da ricercarsi nelle intense precipitazioni.

- 4) Si ricorda, poi, in particolare la frana di Palma Campania del 22 febbraio 1986, studiata da M. Guadagno ed altri⁹, che presenta caratteristiche molto simili a quelle degli eventi del '98. Anche in quella vicenda il movimento franoso aveva coinvolto depositi piroclastici superficiali che, imbibiti dalle acque meteoriche, erano scivolati con modalità di "colata rapida" sul substrato carbonatico. Le cause ipotizzate dagli autori fanno riferimento alla presenza di sottopressioni in corrispondenza della zona di contatto tra carbonati e piroclastiti.
- 5) Nei giorni 25 e 26 dell'ottobre 1954 una frana aveva investito la città di Salerno provocando 290 morti. La pioggia registrata a Salerno rappresenta uno dei massimi giornalieri mai misurati in Italia durante oltre 50 anni di osservazioni.
- 6) Numerosi fenomeni, con connotazioni analoghe a quelle oggetto di studio, sono stati segnalati nel Comune di Castellammare di Stabia tra il 1964 e il 1997.

Loss Causation Model

L'orientamento attuale nella gestione del rischio ambientale è quello di elaborare proposte che contengano già, insieme all'identificazione delle cause e degli effetti di eventi calamitosi, gli elementi necessari per la prevenzione e protezione da questi, in modo da poter intraprendere processi di pianificazione territoriale basati su strategie di compatibilità sociale e ambientale. *"Il cambiamento paradigmatico dalla staticità del piano alla dinamicità del processo presuppone la percezione della realtà come sistema di interazioni dinamiche tra componenti distinte, in cui si riconosce l'evento calamitoso o incidentale, non come un fatto isolato e casuale, ma come frutto di*

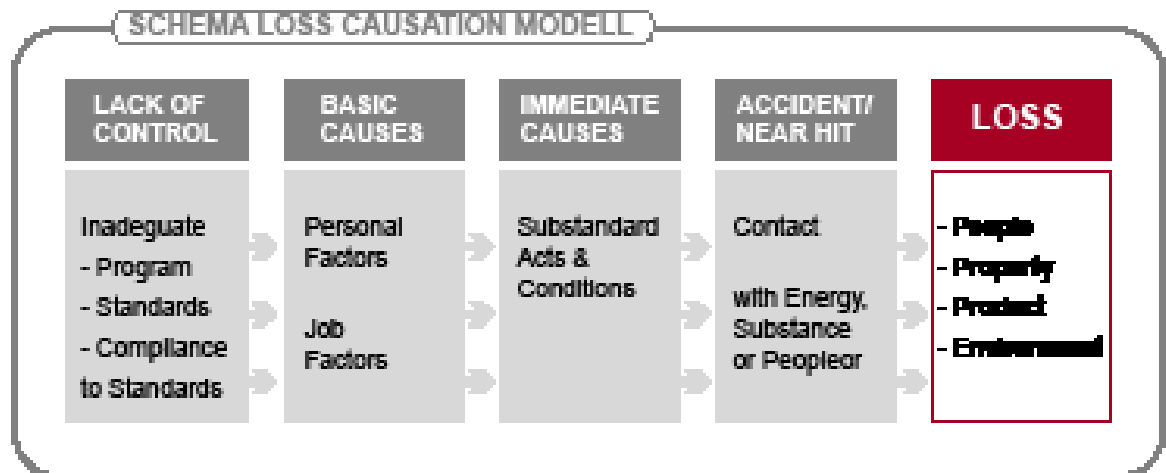


Figura 5. L'individuazione del percorso logico seguito per lo studio della vulnerabilità sistemica

un'insufficienza organizzativa delle componenti del sistema. La mancanza di un'organizzazione affidabile comporta quello che viene chiamato *lack of control*, cioè una perdita di controllo che conduce al "loss", il danno genericamente inteso. L'affidabilità organizzativa viene assunta come obiettivo della pianificazione, divenendo attività di gestione attuata nel tempo sul sistema territoriale al fine di raggiungere e mantenere adeguati livelli di sicurezza, qualità e tutela dell'ambiente." ¹⁰

L'affidabilità organizzativa, in quanto attività di coordinamento dei sistemi complessi – che per loro natura non hanno un comportamento deterministico, bensì probabilistico –, si definisce attraverso l'uso di tecniche tipiche della teoria affidabilistica a partire dalla valutazione dei rischi. "Queste metodologie si configurano come gli strumenti più idonei per la programmazione e gestione, in fase di progetto, della sicurezza del sistema territoriale. Indubbiamente l'indagine per la conoscenza dei problemi territoriali di un ambito specifico deve essere condotta secondo strategie che non si fermano alla ricerca delle cause immediate che potrebbero determinare l'evento, ma che mirino piuttosto ad una comprensione vera delle cause profonde, di quelle cioè legate alla struttura del sistema. Le prime, infatti, sono i sintomi dell'accadimento di un evento, condizioni anomale, scatenanti l'evento indesiderato, che possono aiutare ad individuare sorgenti di pericolo e su cui si agisce solo in caso di emergenza per ripristinare la normalità; le seconde rilevano, invece, gli elementi su cui agire strutturalmente per risolvere il problema"¹¹.

La causa profonda è, di fatto, quasi sempre riconducibile all'inaffidabilità dell'organizzazione del sistema-territorio.

Tale metodologia è denominata *Loss Causation Model* e costituisce il cuore della tecnica di gestione della sicurezza promossa dal Det Norske Veritas (DNV). Essa si fonda sulle

esperienze condotte nell'industria americana, all'inizio degli anni '90, per la gestione del rischio e della sicurezza degli impianti industriali¹².

Di seguito, nella figura 5, è riprodotta un'esemplificazione dello schema di funzionamento della metodologia. Il *Loss Causation Model* proposto per ricostruire le cause profonde degli eventi franosi di Sarno è esemplificato nella figura 6.

Fault Tree Analysis

Anche l'albero dei guasti è un metodo di derivazione ingegneristico-aziendale sviluppato per illustrare le circostanze che portano il sistema a guastarsi, la cui applicazione ha riscosso particolare successo nell'ambito dell'ingegneria civile-ambientale¹³. Si presenta, in genere, come un diagramma logico che evidenzia tutti gli eventi che possono condurre al guasto. Il diagramma utilizza elementi logici standard – come le porte AND e OR mostrate nella figura 7 – combinati con le condizioni che devono verificarsi perché abbia luogo un guasto.

Parte da un *top event* (evento principale) non desiderato che può essere identificato, per esempio, attraverso una preventiva analisi delle modalità di guasto di ogni componente del sistema e degli effetti corrispondenti (*FMEA*).

La *FMEA* contiene i principi per un'organizzazione sistematica dell'informazione e costituisce la base per analisi ulteriori.

Gli alberi dei guasti sono usati, di solito, per ottenere valutazioni qualitative dei guasti del sistema, ma possono essere impiegati anche per dedurre una valutazione quantitativa di probabilità. Nel caso di sistemi complessi con un grande numero di componenti, l'albero dei guasti è composto in modo induttivo, basandosi su di una conoscenza dettagliata del sistema e, in particolare, dei suoi dispositivi e criteri di sicurezza.

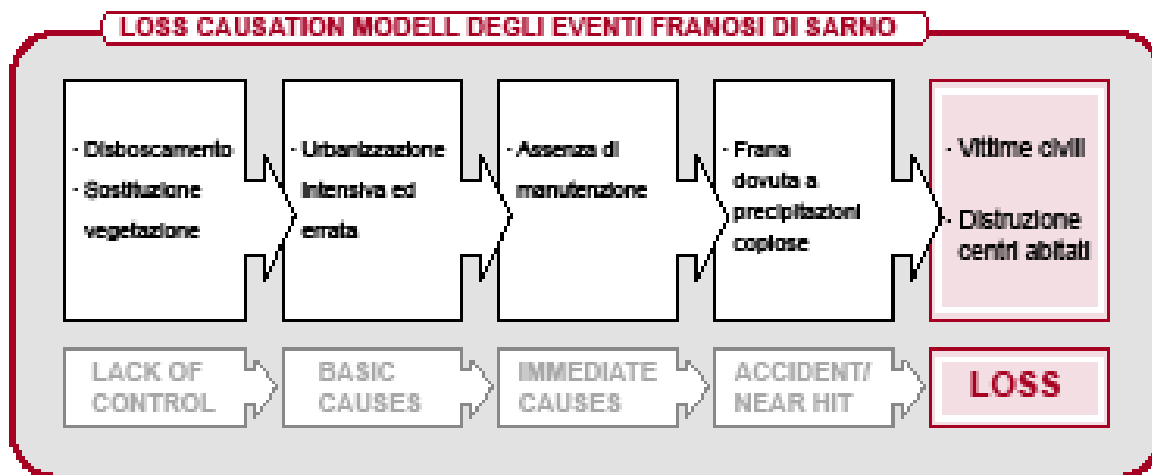


Figura 6. *Loss Causation Model* degli eventi franosi di Sarno

Il motivo principale della sua costruzione è, infatti, quello di individuare gli stessi *cut set* minimi.

Vantaggi: è un metodo comunemente accettato e standardizzato, relativamente semplice da applicare e valido per stabilire connessioni tra guasti.

Svantaggi: l'albero dei guasti diviene facilmente molto esteso, richiede la conoscenza delle strutture logiche e non tiene conto del fattore tempo.

Dato un albero dei guasti, è possibile ricavare da esso l'albero duale, detto "albero dei successi", sostituendo le porte AND con le porte OR, e viceversa, utilizzando gli eventi complementari; il *top event* rappresenterà, in questo caso, una funzione strutturale di successo.

La metodologia *FTA* è particolarmente indicata per la valutazione della vulnerabilità e, dunque, del danno potenziale.

Nel caso di Sarno, l'albero dei guasti può essere utile, anche in un'analisi *ex-post*, per risalire alle cause profonde della catastrofe. La figura successiva ricostruisce un albero dei guasti riferito al *top event* frana.

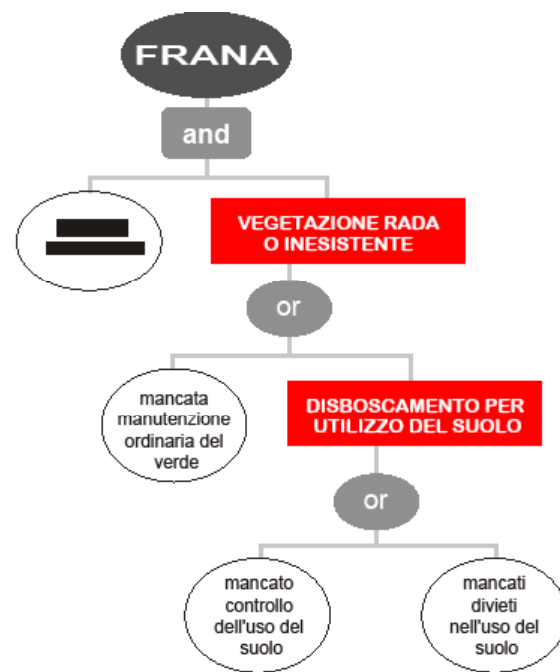


Figura 7. FTA per un evento franoso

La messa in sicurezza del territorio

Rischi residui

Da quanto enunciato nei paragrafi precedenti si evince che il livello di rischio nell'area, qualora si verificassero simili condizioni meteorologiche, rimane elevato.

Infatti, viste le caratteristiche dei fenomeni, le zone accomunate da coperture piroclastiche sovrastanti il substrato carbonatico ad alta acclività continuano ad essere esposte al potenziale ripetersi degli stessi.

I canali già interessati dagli eventi in esame possono consentire la mobilitazione – seppure in maniera ridotta – di altro materiale ancora presente sul substrato carbonatico o formatosi per erosione accelerata.

Le zone non investite direttamente dal dissesto – come si è constatato nel corso di sopralluoghi – possono mostrare lesioni e fratture parallele al versante, tali da favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche e peggiorare le condizioni di stabilità. In questa situazione anche intensità di piogge inferiori a quelle precedentemente descritte potrebbero causare l'innescio di movimenti franosi analoghi.

La messa in sicurezza del territorio deve partire dal monitoraggio ambientale, non dalle opere. In Campania sono circa 270 i Comuni – Napoli compresa – soggetti a rischio idrogeologico, con connotazioni simili e non a quelle di Sarno, in cui non viene effettuato alcun monitoraggio ambientale.

Per la messa in sicurezza degli abitati, nei 13 Comuni colpiti dalla tragedia, lungo i versanti montuosi, sono state realizzate o sono tuttora in corso di realizzazione opere per un importo superiore a 550 milioni di euro.

Il modello attuato dal Commissariato di Governo per l'Emergenza Idrogeologica in Campania ha previsto, in sintesi, di gestire i potenziali eventi di colata rapida, che potrebbero coinvolgere il centro abitato, intercettando a monte le masse fluide in movimento per mezzo di grandi vasche di contenimento collegate, mediante canalizzazioni in cemento armato, alla rete idrografica valliva o ad ulteriori vasche di detenzione.

La conoscenza del fenomeno per mitigare il rischio

Molte incertezze vi sono ancora sulla manifestazione di innesco nella zona di distacco. Eppure si può cominciare ad organizzare un corpo consistente di conoscenze, a partire da alcuni dati essenziali.

Le caratteristiche determinanti, perché le colate si inneschino ed evolvano, sono almeno due:

- presenza di versanti con inclinazione superiore a 35° circa, composti da un substrato roccioso ed una copertura di sedimenti sciolti, non ancorati, di spessore superiore a 50 cm circa;
- notevole imbibizione idrica, fino alla saturazione dei sedimenti sciolti.

L'assenza di conoscenze specifiche – ad esempio – sulle fasi antecedenti all'innescò delle colate non ha consentito, finora, di approntare efficaci procedure di preallertamento, che dovrebbero costituire le azioni iniziali fondamentali per una messa in sicurezza del territorio e della vita degli abitanti.

Il ruolo della vegetazione nella zona dell'innescò

L'innescò delle colate, durante l'evento del maggio 1998, è avvenuto perlopiù in corrispondenza delle discontinuità – naturali o artificiali – presenti nella copertura dei sedimenti sciolti. Si può dire che una gran parte delle colate si è formata a monte delle trincee non protette, realizzate nel passato per la costruzione di strade e mulattiere; un numero considerevole si è verificato, invece, a monte delle scarpate naturali subverticali in cui affiora la roccia del substrato.

Nell'ostacolare o favorire l'innescò delle frane, sembrerebbe potersi affermare che la vegetazione – sia arborea che erbacea – non abbia avuto alcun ruolo laddove lo spessore dei sedimenti sciolti superasse i 50 cm circa: qui gli apparati radicali si sviluppano esclusivamente all'interno dei suoli, senza ancorarsi al substrato roccioso, e la vegetazione può proteggere il suolo soltanto dall'erosione superficiale operata dalle acque di ruscellamento, ma non riesce a renderlo solidale al substrato.

È, invece, nelle situazioni in cui il substrato è ricoperto solo da alcune decine di centimetri di suolo che, lungo i versanti, le radici arboree si spingono più facilmente nelle anfrattuosità e nel substrato, dove c'è ancora terreno, e contribuiscono a fissare il suolo fino a quando la vegetazione stessa non venga distrutta dal fuoco.

Per evitare inneschi futuri, andrebbero concretamente valutate operazioni di "chirurgia ambientale" atte a preservare/migliorare la funzione geotecnica stabilizzante che assolvono le piante per mezzo dei loro apparati radicali: subito dopo l'evento del '98, dalle foto aeree dei margini di distacco delle frane, a monte, era evidente la presenza di una vegetazione "giovane" (in termini strutturali) e di boschi cedui o bruciati (ad opera dell'uomo), quindi con ridotta efficienza ai fini della geostabilizzazione: un indiscutibile carattere predisponente all'instaurarsi di fenomeni dinamici.

Anche l'enfaticizzazione della efficacia di piccoli interventi finalizzati nelle zone di innescò può nuocere alla messa in sicurezza del territorio. Tuttavia, con finalità complementari, essi sono indispensabili alla costruzione di un'armatura territoriale più complessa, al servizio degli abitati.

In prossimità delle scarpate – naturali ed artificiali - non protette, sono necessari, dunque, provvedimenti tesi ad eliminare le condizioni di pericolo. Ma sono ancora numerose le incertezze nelle azioni volte alla mitigazione del rischio nelle zone di distacco, a tal punto che, negli interventi di prima sistemazione idrogeologica, si è rinunciato ad operare in queste aree, per diverse ragioni: intanto, perché si è riconosciuto che non si è in grado di decidere dove e come agire per il consolidamento dei versanti; in secondo luogo, perché non sono stati ancora completamente chiariti i fattori scatenanti ed i meccanismi dell'innescò; di conseguenza, perché si è ritenuto molto pericoloso intervenire nelle potenziali aree di distacco; infine, perché qualsiasi errore di valutazione avrebbe comportato nuovi rischi per le popolazioni, da aggiungersi a quelli di ulteriori fenomeni di frana in zone non protette.

La natura delle cose

È estremamente complesso interpretare in modo matematicamente corretto i processi che danno luogo ad eventi calamitosi; ma, d'altra parte, è possibile ricondurre con certezza ad un solo fenomeno naturale la causa principale dei rischi idrogeologici: la pioggia.

È molto frequente – ed è anche il caso di Sarno – che a tale sollecitazione naturale si associno cause di origine antropica, le quali, direttamente o indirettamente, possono determinare modificazioni ed instabilità territoriali rilevanti.

Sono definite dirette quelle azioni che immediatamente si collocano alla base dell'evento; nel caso di Sarno, esse sono da ricercarsi, piuttosto, in un dissennato uso del suolo.

Sono, invece, definite indirette quelle azioni che, attraverso le loro conseguenze, generano situazioni di pericolosità, come nel caso della sostituzione dei castagneti, dal radicamento più profondo ma meno redditizi, con dei nocioleti, più remunerativi ma di natura arbustiva.

Paradossalmente la frana di Sarno deve indurre ad un'ultima riflessione, imprescindibile, secondo la quale, quando le cause sono fondamentalmente naturali (se è vero che la sostituzione della vegetazione ha un ruolo solo marginale), gli eventi devono essere interpretati come processi evolutivi del paesaggio, che da sempre sono avvenuti e avverranno e che sono nella sostanza incontrovertibili, poiché tendono ad un fi-

nale equilibrio geomorfologico del territorio¹⁴.

Ciò impone una considerazione ovvia: la difesa del suolo può essere vincente solamente se condotta rispettando le dinamiche geomorfiche, geotecniche, idrauliche e pedogenetiche e non occupando, in pratica, territori destinati a subire drastiche modifiche; solo dove l'azione antropica non abbia storicamente rispettato questi equilibri, è necessario intervenire con opere di risanamento, tali da garantire – se possibile – la sicurezza di beni e persone.



All'attività di laboratorio hanno partecipato i seguenti dottori:

Bilotti Rita, Cocilova Maurizio, Conti Paola, Di Pietro Lucia, Di Santi Aurelio, Fidanza Alessandra, Forte Leonardo, Forte Tania, Oleotto Eleonora, Porto Maremma, Schito Cosimo, Smith Mauro, Tagliavini Isabella, Tieri Stefania, Vecchione Luisa.

I materiali delle esercitazioni sono stati rielaborati a partire dai prodotti degli architetti Orlando Lanza, Claudio Calabritto e Alessio D'Auria.

Note

1. Cfr. Crosta G.B., Chen H., Frattini P., 2006, *Forecasting hazard scenarios and implications for the evaluation of countermeasure efficiency for large debris avalanches*, in "Engineering Geology", N. 83, 236-253, Elsevier, Amsterdam.
2. Cfr. van Westen C.J., van Asch T.W.J., Soeters R., 2006, *Landslide hazard and risk zonation - why is it still so difficult?*, in "Bulletin of Engineering Geology and the Environment", N. 65, 167-184, Springer-Verlag, Heidelberg.
3. Cfr. Cascini L., Rossi F., Ubertini L., 1998, *Catastrofe idrogeologica in Campania. L'intervento del CNR e della Protezione Civile*, "Ricerca & Futuro", N. 9, 52-53, CNR, Roma.

4. Cfr. Pierson T.C., Costa J.E., 1987, *A rheologic classification of subaerial sediment-water flows*, in "Reviews in Engineering Geology", N. 7, 1-12, Geological Society of America, Boulder.
5. Cfr. Falciano G., Martino R., 1999, *La frana di Sarno. La meccanica sull'insacco delle colate e considerazioni sul caso specifico*, in "Ingegneri", N. 21, 15-19, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno, Salerno.
6. Cfr. Cascini L., Guida D., Romanzi G., Nocera N., Sorbino G., 2000, *A preliminary model for the Landslides of May 1998 in Campania Region*, in "The Geotechnics of Hard Soils-Soft Rocks", Proceedings of 2nd International Symposium, Balkema, Rotterdam.
7. Cfr. Del Prete M., Guadagno F.M., Hawkins A.B., 1998, *Preliminary report on the Landslides of 5 May 1998, Campania, Southern Italy*, in "Bulletin of Engineering Geology and the Environment", N. 57, 113-129, Springer-Verlag, Heidelberg.
8. Catenacci V., *Il dissesto geologico in Italia dal dopoguerra al 1990, 1992*, in "Memorie della Carta Geologica d'Italia", Volume XLVII, Servizio Geologico Nazionale.
9. Guadagno F.M., Palmieri M., Siviero V., Vallario A., 1998, *La frana di Palma Campania*, in "Geologia tecnica", N. 4, 18-29, Associazione Nazionale Geologi Italiani, Milano.
10. Di Sivo M., 2003, *Sicurezza e manutenzione del territorio*, Alinea, Firenze.
11. Ibidem.
12. Cfr. Bird F.E., Bird Jr, Germaine G.L., 1992, *Loss Control Management: Practical Loss Control Leadership*, International Loss Control Institute, Loganville.
13. Cfr. Di Sivo M., 2003, *op. cit.*
14. Cfr. Amanti M., Ducci D., Onorati G., Ventura R., 1999, *Relazione tra gli eventi franosi del maggio 1998 e la piovosità dell'area di Sarno*, in "Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo", Atti dei Convegni Lincei, 154, Accademia dei Lincei, Roma.

Riferimenti bibliografici

- Ashby W.R., 1971, *Introduzione alla cibernetica*, Einaudi, Torino.
- Autorita' di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, Gruppo 183, 1998, *La manutenzione nel governo del territorio*.
- Bernaldi F. (a cura di), 1987, *Sempre in stato di perfetta forma. Per una politica di manutenzione del Paese*, Il Mulino, Bologna.
- Bird F.E., Germain G.L., 1996, *Practical Loss Control Leadership*, Dnv (Det Norske Veritas), Usa.
- Bruttomesso R. (a cura di), 1997, *Manutenzione, Sicurezza, Qualità urbana (66-96 Laboratorio Venezia)*, Marsilio Editori, Venezia.
- Cattaneo D., 1987, *La manutenzione del territorio montano*, Franco Angeli, Milano.
- Cecchini A. Indovina F. (a cura di), 1992, *Strategie per un futuro possibile*, Franco Angeli, Milano.
- Ciribini G., 1979, *Introduzione alla tecnologia del design*, Franco Angeli, Milano.
- Ciribini G., 1984, *Tecnologia e Progetto – Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino.
- Comitato di consultazione Autorità di Bacino Po, 2001, Atti del Convegno, *La manutenzione ordinaria del territorio*, Torino.
- Cosgrove D., 1990, *Realtà sociali e paesaggio simbolico*, Unicopli, Milano.
- De Marchi B., Pellizzoni L., Ungano D., 2001, *Il rischio ambientale*, Il Mulino, Bologna.
- Di Sivo M., 1992, *Il Progetto di Manutenzione*, Alinea Editrice, Firenze.
- Di Sivo M., 2003, *Sicurezza e manutenzione del territorio*, Alinea Editrice, Firenze.
- Di Sivo M., 2004, *Manutenzione urbana. Strategia per la sostenibilità della città*, Alinea, Firenze.
- Dierna S., 2005, *Criticità ambientale e rischio tecnologico*, Tavola Rotonda, Itaca.
- Dioguardi G., 2004, *I sistemi organizzativi*, Mondadori, Milano.
- Ferracuti G., 1994, (a cura di Abate M.), *Tempo, qualità, manutenzione. Scritti sulla manutenzione edilizia, urbana e ambientale (1982 – 1992)*, Alinea, Firenze.
- Fusero R., 2004, *Ecoscapes*, Sala, Pescara.
- Jonas H., 1990, *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Paperback, Torino.
- Ladiana D. (a cura di), 2007, *Cultura di manutenzione*, Alinea, Firenze.
- Ladiana D. (a cura di), 2007, *Manutenzione e gestione sostenibile dell'ambiente urbano*, Alinea Editrice, Firenze.
- Ladiana D., 2004, *Durata e Manutenzione nel progetto di architettura*, "Dossier Manutenzione Civile", in *Manutenzione Tecnica e Management* n° 3, Thomas Industrial Media, Milano.
- Menoni S., 1997, *Pianificazione e incertezza*, Franco Angeli, Milano.
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, 2002, *Criteri e tecniche per la manutenzione del territorio ai fini della prevenzione del rischio idrogeologico*.
- Provincia di Torino, Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Difesa del Suolo, *Manutenzione ordinaria del territorio della Provincia di Torino*, marzo 2003.
- Ricci M, 2005, *Rischio paesaggio*, Sala, Pescara.
- Tiezzi E., 1984, *Tempi storici, tempi biologici*, Garzanti, Milano.



LabOSM
LabQSM

PRODUZIONE SCIENTIFICA
E FORMAZIONE

LabQSM

Il Laboratorio Qualità Sicurezza e Manutenzione

direttore scientifico: Michele Di Sivo

Il Laboratorio QSM del Dipartimento di Tecnologie per l' Ambiente Costruito, si occupa di sperimentazione e ricerca nel campo della manutenzione dell'ambiente costruito e della progettazione e organizzazione della sicurezza dei cantieri edili, sviluppando l'importante eredità culturale e scientifica sul tema della progettazione e della gestione della manutenzione edilizia che Giovanni Ferracuti, prematuramente scomparso nel 1996, ha lasciato alla Facoltà d'Architettura di Pescara nel corso della sua attività didattica e di ricerca.

LABORATORIO QSM - Windows Internet Explorer

http://www.unich.it/labqsm/index.php

LABORATORIO QSM

Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito

TEMPIE

- INFORMAZIONE POST-GRADUATI
- ESATICA
- RAPPORTI INTERNAZIONALI

RICERCA

STAMP

CORSI E WORKSHOP

ARCHIVIO

PUBBLICAZIONI

Il Laboratorio QSM del Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito, si occupa di sperimentazione e ricerca nel campo della manutenzione dell'ambiente costruito e della progettazione e organizzazione della sicurezza dei cantieri edili, sviluppando l'importante eredità culturale e scientifica sul tema della progettazione e della gestione della manutenzione edilizia che Giovanni Ferracuti, prematuramente scomparso nel 1996, ha lasciato alla Facoltà d'Architettura di Pescara nel corso della sua attività didattica e di ricerca.

In particolare, del progetto delle opere architettoniche e delle infrastrutture urbane si verificano le modalità di integrazione dei requisiti di manutenibilità, sicurezza e affidabilità.

Le principali attività del laboratorio QSM sono:

- sperimentazione di strumenti e metodi per la manutenzione e la sicurezza;
- diffusione dei risultati delle ricerche mediante una propria linea editoriale "Quaderni del QSM";
- diffusione della cultura manutentiva e della sicurezza attraverso l'organizzazione di convegni nazionali, workshop, seminari di studio e di approfondimento sulle tematiche di riferimento;
- formazione, post-laurea sui temi della manutenzione e della sicurezza dell'ambiente costruito;
- formazione, post-laurea sui temi dell'organizzazione dei cantieri edili e della progettazione e pianificazione della sicurezza;
- attività di assistenza e di ricerca rivolta agli enti di gestione della città del territorio (Comunità Montane, enti di gestione dei parchi, Comune, Provincia, Regione ecc);
- assistenza all'elaborazione delle procedure per la definizione dei contratti e capitoli tecnici di manutenzione e del global service.

ENGLISH VERSION

news 04.04.2007

DIPLOM MASTER 2006

I diplomi di master possono essere ritirati nei giorni di martedì e mercoledì, ore 9.30-18.30

Invita la tua azienda

di design FRANCESCO DI SILVESTRIS

di design VITALI

di architettura MASSIMO PIRROCCO

LABORATORIO QSM in Dipartimento DITAC della Facoltà di Architettura - Viale Pindaro, 42 - 66127 Pescara

Tel. 085 4837338 - Fax 085 4837327 - Mail 347.1837823 - e-mail labqsm@unich.it

In particolare, del progetto delle opere architettoniche e delle infrastrutture urbane, si verificano le modalità di integrazione dei requisiti di manutenibilità, sicurezza e affidabilità.

Le principali attività del laboratorio QSM sono:

- sperimentazione di strumenti e metodi per la manutenzione e la sicurezza.
- diffusione dei risultati delle ricerche mediante una propria linea editoriale i "Quaderni del LabQSM".
- diffusione della cultura manutentiva e della sicurezza attraverso l'organizzazione di convegni nazionali, workshop, seminari di studio e di approfondimento sulle tematiche di riferimento.
- formazione post-laurea sui temi della manutenzione e della sicurezza dell'ambiente costruito.
- formazione post-laurea sui temi dell'organizzazione dei cantieri edili e della progettazione e pianificazione della sicurezza.
- attività di assistenza e di ricerca di supporto agli enti di gestione della città e del territorio (Comunità Montane, enti di gestione dei parchi, Comune, Provincia, Regione ecc).
- assistenza all'elaborazione delle procedure per la definizione dei contratti e capitolati tecnici di manutenzione e del global service.



<p>» HOME</p> <p>» FORMAZIONE POST-LAUREA</p> <p>» DIDATTICA</p> <p>» RAPPORTI INTERNAZIONALI</p>	<p>RICERCA</p> <p>STAFF</p> <p>CONVEGNI & WORKSHOP</p> <p>ARCHIVIO</p> <p>PUBBLICAZIONI</p>	<p>partners aziende</p> <p>Aareon Italia s.r.l.</p> <p>Ceper – Centro per la Prevenzione dei Rischi srl</p> <p>Comes srl</p> <p>Effeci ingegneria</p> <p>Gemmo Impianti S.p.A</p> <p>I.S.A. - Ingegneria Sicurezza Ambiente srl</p> <p>Manutencoop Soc.Cop a r.l.</p> <p>Metodi - Servizi di Informatica Tecnica Srl</p> <p>Neotecnica s.r.l.</p> <p>Romeo Gestioni s.p.a.</p> <p>Sextantio s.r.l.</p> <p>GSM - Global Service & Maintenance</p> <p>Progetto Sicurezza</p> <p>Studio A3S</p> <p>Tecnologie PM</p>
---	---	--

Maintenance Management 2007
- Rome -

news 06.06.2007

DIPLOMI MASTER 2006

I diplomi di master possono essere ritirati nei giorni di martedì e mercoledì, ore 9.30-18.30

[scarica la locandina](#)

Formazione

Master di 1° livello

“Giovanni ferracuti” - Building Manager
Progettazione e gestione della manutenzione e della sicurezza dell’ambiente costruito

Obiettivi

Il corso di studi è articolato in una serie di discipline che, accanto alle necessarie competenze economiche e manageriali sviluppino le teorie e i metodi per agire sulle due caratteristiche fondamentali dei sistemi: la disponibilità (capacità di un’entità di essere in grado di compiere una funzione richiesta nelle condizioni fissate e per un determinato periodo, dipendente dalla manutenzione, l’affidabilità e dalla logistica di manutenzione) e la sicurezza (capacità di un sistema a non causare, nelle condizioni fissate, eventi critici o addirittura catastrofici). Le competenze definite ampliano lo spettro di quelle tradizionalmente note per la figura del Building Manager, infatti, alla gestione tecnica dei sistemi edilizi, si aggiungono capacità progettuali e gestionali utili all’implementazione di due fondamentali funzioni: la sicurezza e la manutenzione intese come integrate e complementari.

Caratteristiche del corso

Il percorso formativo è articolato in due macrofasi: attività formative in aula (didattica frontale, project



Polo di Alta Formazione Settore Servizi

Master di 1° livello

Building Manager



POR Abruzzo Obiettivo 3 per il 2000/2006 - FSE Piano degli interventi 2006

Macroprogetto "Innovazione, Competitività, Governance".
Progetto multimisura POLAF
 Poli per l'Alta Formazione tecnico scientifica e l'Innovazione (DL / 104 del 21 - 12 - 06)

30

master gratuiti per formare la tua professionalità (nei poli manifatturiero e servizi)



SISTEMABRUZZO
Sistema di Promozione e Sviluppo delle Attività Formative e di Ricerca

Obiettivi

Il Master mira a fornire competenze che, oltre ad essere economiche e manageriali, sviluppino le teorie e i metodi per agire sulle due caratteristiche fondamentali dei sistemi: la disponibilità (capacità di un’entità di essere in grado di compiere una funzione richiesta nelle condizioni fissate e per un determinato periodo, dipendente dalla manutenzione, l’affidabilità e dalla logistica di manutenzione) e la sicurezza (capacità di un sistema a non causare, nelle condizioni fissate, eventi critici o addirittura catastrofici).

Destinatari

Il Master è riservato a 15 inoccupati, disoccupati e occupati in possesso di laurea appartenente ad una delle seguenti classi: 4 Scienze dell’Architettura e dell’Ingegneria nelle: 10 Ingegneria industriale; 15 Scienze politiche e delle relazioni internazionali; 17 Scienze dell’economia e della gestione aziendale; 28 Scienze economiche. Sono altresì ammessi laureati in Architettura, Ingegneria, Scienze politiche, Economia, Geologia, Scienze forestali e Agraria conseguite secondo il vecchio Ordinamento precedente la riforma di cui al D.M. 509/99 o diplomi di laurea stranieri equipollenti, ai sensi dell’art. 332 del T.U. n° 1592 del 31/08/93. Costituiscono titolo preferenziale la conoscenza informatica e la conoscenza della lingua inglese.

Articolazione del percorso

L’impegno orario complessivo del Master è di 1500 ore, di cui:
 - formazione in aula per 420 ore, da realizzare attraverso didattica frontale, project work, discussione di casi reali nelle seguenti discipline: Fondamenti del Management 100 Ore; Progetto Di Manutenzione 125 Ore; Sicurezza e Manutenzione Dell’ambiente Costruito 75 Ore; Project Work 120 Ore;
 - stage della durata di 180 ore, da realizzare attraverso tirocinio applicativo presso aziende ed enti nazionali, con la finalità di garantire agli allievi la sperimentazione degli aspetti tecnico-operativi previsti dal profilo di riferimento; il rimanente studio individuale.
 Si rinvia al regolamento per l’iscrizione e la gestione del master universitari in vigore nell’ateneo di riferimento per ulteriori informazioni.

Stage | Tirocini

Lo stage sarà realizzato presso le aziende e gli enti che hanno già aderito al progetto, tra cui: Manufaccop, Ato, Aze, Comune di Pescara, e presso altre sedi identificate in base alle attività che lo studente mira ad apprendere.

Certificazioni e CFU rilasciati

Al termine del percorso sarà rilasciato il Diploma di Master Universitario di 1° livello. Il percorso formativo prevede il riconoscimento di 60 CFU totali, di cui 42 relativamente alla formazione di aula e 18 per la fase di stage.

Informazioni ed iscrizioni

Per informazioni scientifiche e didattiche, contattare il Coordinatore del Master:
Prof. Michele Di Sivo
 tel. 085 4537336 - mail: 347 18 37 823
 e-mail: labqsm@unich.it

oppure la Segreteria Organizzativa:
 Arch. Daniela Ladaria - Arch. Massimo Procco
 c/o DITAC, Facoltà di Architettura
 Viale Pindaro, 42 - Pescara
 sito web: www.unich.it/labqsm
 e-mail: info@systemabruzzo.it

Per informazioni organizzative contattare il Numero Verde del progetto POLAF 800 90 53 89
 sito web: www.systemabruzzo.it
 e-mail: info@systemabruzzo.it

Le domande di prenotazione, redatte sull’apposita modulistica, sono reperibili sul sito web www.systemabruzzo.it e devono essere compilate on line.
 skype add: [systemabruzzo](https://www.skype.com/add/systemabruzzo)



work, discussione di casi reali) e stage (tirocinio applicativo presso aziende ed enti nazionali). Il Master ha la durata di 600 ore (420 ore di lezioni e project work, 180 ore di stage). La frequenza a tutte le attività, sia teoriche che pratiche, è obbligatoria. Sono consentite, esclusivamente per la didattica tradizionale, assenze giustificate per non oltre il 30% del monte ore stabilito. Durante i corsi è assicurato un continuo servizio di tutoring e di assistenza di didattica interattiva.

Articolazione e contenuti

Fondamenti del management (100 ore)

- Sviluppo delle capacità comunicative e negoziali
- teoria e tecnica della qualità
- Sicurezza e prevenzione dei lavori di manutenzione
- Project Management
- Controllo di gestione
- Analisi e contabilità dei costi di manutenzione
- Metodi e criteri per il Facility Management
- L'appalto dei servizi di manutenzione

Teoria e metodi della manutenzione e della sicurezza (62 ore)

- Teoria dei sistemi
- Ingegneria di manutenzione
- Analisi e gestione dei rischi

- Evoluzione della normativa tecnica della manutenzione

Progetto e gestione della manutenzione edilizia (75 ore)

- Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia
- Riqualificazione tecnologica e manutenzione
- Affidabilità e sicurezza degli edifici
- I sistemi informativi

Progetto e gestione della manutenzione delle infrastrutture urbane (62 ore)

- Pianificazione della manutenzione della manutenzione delle infrastrutture urbane
- Gestione delle Infrastrutture urbane
- Analisi e valutazione dei rischi dell'ambiente costruito
- Strumenti e tecnologie informatiche per la manutenzione delle infrastrutture urbane
- Patologie e diagnostica delle reti urbane.

Project work (120 ore)

- Anagrafica del patrimonio immobiliare. Tecnica di rilevazione e valutazione degli edifici.
- Applicazione di sistemi informativi per la gestione della manutenzione.
- Strumenti di gestione della manutenzione edilizia e urbana.

Stage formativo presso aziende o enti (180 ore)

Master di I° Livello Progettazione e gestione della sicurezza dei cantieri ad alta complessità

Obiettivi

Il corso di studi del Master sulla sicurezza nei cantieri ad alta complessità è articolato in una serie di discipline che, accanto alle necessarie competenze basilari sviluppano le teorie e i metodi per agire sulle componenti organizzative del lavoro per definire la sicurezza come parametro intrinseco al processo produttivo o manutentivo e non giustapposto o antagonista a questo.

Le competenze definite ampliano lo spettro di quelle tradizionalmente note per il Coordinatore per la sicurezza, infatti, alla gestione tecnica dei sistemi edilizi, si aggiungono capacità progettuali e gestionali utili all'implementazione di due fondamentali funzioni: la sicurezza e la manutenzione. In quest'ottica diviene indispensabile il consolidarsi di una reale integrazione tra progettazione architettonica, processo costruttivo, e processo manutentivo e di gestione.

Questa si concretizza nei metodi e negli strumenti con i quali il progetto diventa atto di previsione finalizzato al conseguimento dell'opera in sicurezza, nella fase esecutiva, e al mantenimento della qualità di progetto durante tutto il ciclo di vita.

La necessità di progettare e gestire la sicurezza di sistemi complessi richiede il supporto di sistemi informativi in grado di padroneggiare una numerosa quantità di fattori in situazioni variabili.

Infatti uno degli obiettivi del Master, oltre allo sviluppo delle suddette capacità progettuali e gestionali, è quello di acquisire conoscenze degli strumenti informatici necessari per definire gli strumenti classici di governo della sicurezza.

Tale obiettivo è perseguito all'interno del laboratorio informatico, in cui è possibile svolgere progettazione e programmazione della sicurezza in relazione a simulazioni di varia natura.

Caratteristiche del corso

Il percorso formativo è articolato in due macrofasi: attività formative in aula (didattica frontale, laboratorio, discussione di casi reali) e stage (tirocinio applicativo presso imprese, studi di progettazione)

Polo di Alta Formazione **Settore Servizi**

Master di I° livello

Progettazione e Gestione dei Cantieri ad Alta Complessità

Obiettivi

Il Master è articolato in una serie di discipline che, accanto alle necessarie competenze basilari, sviluppano le teorie e i metodi per agire sulle componenti organizzative del lavoro per definire la sicurezza come parametro intrinseco al processo produttivo o manutentivo. Le competenze definite ampliano lo spettro di quelle tradizionalmente note per il Coordinatore per la sicurezza. Alla gestione tecnica dei sistemi edilizi, si aggiungono infatti capacità progettuali e gestionali utili all'implementazione di due fondamentali funzioni: la sicurezza e la manutenzione. La necessità di progettare e gestire la sicurezza di sistemi complessi richiede il supporto di sistemi informativi in grado di manipolare una numerosa quantità di dati in situazioni variabili. Uno degli obiettivi del Master, oltre allo sviluppo delle suddette capacità progettuali e gestionali, è infatti quello di acquisire conoscenze degli strumenti informatici necessari per definire gli strumenti classici di governo della sicurezza.

Destinatari

Il Master è riservato a 15 neoassunti e occupati, in possesso di una delle seguenti classi di laurea: 4 Scienze dell'Architettura e dell'ingegneria la edile/costruttiva; 5 Scienze politiche e delle relazioni internazionali; 7 Scienze dell'economia e della gestione aziendale; 28 Scienze economiche. Sono inoltre ammesse lauree in: Architettura, Ingegneria, Geologia, Scienze forestali e Agraria, conseguita secondo il vecchio Ordinamento di diplomi di laurea triennale equipollenti, ai sensi dell'art. 53 del T.U. n° 1592 del 31/08/33. Costituzione titolo preferenziale la conoscenza informatica e la conoscenza della lingua inglese.

Articolazione del percorso

L'impegno orario complessivo del Master è di 1500 ore di cui: formazione d'aula - per 400 ore, di cui 100 di laboratorio e 300 di aula per l'elaborazione di tre moduli didattici - la sicurezza nei cantieri - ore 125, la sicurezza nei luoghi di lavoro - ore 112, analisi organizzativa e dei rischi per i cantieri ad alta complessità - ore 63; stage - della durata di 200 ore - avente la finalità di garantire agli allievi di sperimentare gli aspetti tecnico-operativi previsti dal profilo di riferimento; il rimanente costituito individuale. Si tratta di un impegno per l'istituzione e la gestione del master universitario in vigore nell'ateneo di riferimento per ulteriori informazioni.

Stage | Tirocinio

È previsto un periodo di stage presso imprese, studi di progettazione, enti nazionali.

Certificazioni e CFU rilasciati

Al termine del percorso sarà rilasciato il Diploma di Master Universitario di I° livello. Il percorso formativo prevede il riconoscimento di 60 CFU totali, di cui 30 per la parte di formazione in aula inclusa l'esame finale per il quale saranno riconosciuti 6 CFU, 10 per l'attività di laboratorio e 20 per la fase di stage.

Sedi di svolgimento

Facoltà di Architettura - Viale Pindaro, 42 Pescara.

Informazioni ed iscrizioni

Per informazioni scientifiche e didattiche, contattare il Coordinatore del Master Prof. Michele Di Sivo tel. 085 4537536 - mob. 347 18 57 823 e-mail: labqsm@unich.it oppure la Segreteria Organizzativa: Arch. Daniela Ladario | Arch. Massimo Piroccoco DITAC, Facoltà di Architettura Viale Pindaro, 42 - Pescara sito web: www.unich.it/labqsm e-mail: labqsm@unich.it

Per informazioni organizzative contattare il Numero Verde del progetto POLAF 800-90-53 89 sito web: www.sistemabruzzo.it e-mail: info@sistemabruzzo.it

Le domande di partecipazione, redatte sull'apposita modulistica, sono reperibili sul sito web www.sistemabruzzo.it e devono essere compilate on line.

skype add: sistemabruzzo

POR Abruzzo Obiettivo 3 per il 2000/2006 - FSE Piano degli interventi 2006

Macroprogetto "Innovazione, Competitività, Governance". Progetto multimisura POLAF

Poli per l'Alta Formazione tecnico scientifica e l'Innovazione (DL / 104 del 21 - 12 - 06)

30 master gratuiti per formare la tua professionalità (nei poli manifatturiero e servizi)

UNIVERSITÀ DEL SALENTO | UNIVERSITÀ DEL MOLISE | UNIVERSITÀ DELLA SILEZIA DI CISTERNA DI PESCARA

SISTEMABRUZZO

ed enti nazionali). Il Master ha la durata di 600 ore (300 ore di lezione, 100 ore di laboratorio, 200 ore di stage). La frequenza a tutte le attività è obbligatoria. Sono consentite, assenze giustificate per non oltre il 30% del monte ore stabilito. Durante i corsi è assicurato un continuo servizio di tutoring e di assistenza di didattica interattiva.

Articolazione e contenuti

La sicurezza nei cantieri temporanei e mobili
(125 ore)

- Diritto del lavoro sui cantieri temporanei e mobili.
- Igiene del lavoro nei cantieri temporanei e mobili.
- Psicologia del lavoro e delle organizzazioni sui cantieri temporanei e mobili.
- Sicurezza e analisi dei rischi sui cantieri temporanei e mobili.
- Tecnica e sicurezza dei cantieri temporanei e mobili.

Analisi organizzativa e dei rischi per i cantieri ad alta complessità (62 ore)

- Sicurezza nei cantieri stradali.
- Sicurezza nei cantieri di costruzione delle gallerie.
- Sicurezza nei cantieri ferroviari.
- Sicurezza nei cantieri per le canalizzazioni.
- Sicurezza nelle cave.

La sicurezza nei luoghi di lavoro (112 ore)

- Diritto del lavoro.
- Igiene del lavoro.
- Psicologia del lavoro e delle organizzazioni. Metodologie di comunicazione
- Sicurezza e analisi dei rischi sui luoghi di lavoro.
- Gestione della sicurezza in azienda.

Laboratorio applicativo (100 ore)

Progettazione e programmazione della sicurezza in relazione a simulazioni di varia natura.

Stage formativo presso aziende o enti (200 ore)

Publicazioni

Quaderni del LabQSM



Titolo Q5. Manutenzione e gestione sostenibile dell'ambiente urbano
Autori AA.VV. a cura di Daniela Ladiana
Casa editrice Alinea, Firenze
Anno 2007



Titolo Q4. Progetto e sicurezza cantieri
 Normativa e legislazione della sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
Autori Michele Di Sivo e Chiara Trulli
Casa editrice Alinea, Firenze
Anno 2006



Titolo Q3. Sicurezza e manutenzione del territorio
 Concetti, criteri, metodi e strumenti
Autore Michele Di Sivo
Casa editrice Alinea, Firenze
Anno 2003



Titolo Q2. Progettare la sicurezza
 Linee guida e archivio tematico delle costruzioni: strumenti operativi per la redazione del piano di coordinamento e operativo della sicurezza
Autori Michele Di Sivo, Matteo Lettini e Ciriaco Lo Conte
Casa editrice Alinea, Firenze
Anno 2000



Titolo Q1. Progettare la sicurezza
Corso di perfezionamento post-laurea. La sicurezza nel settore delle costruzioni: coordinatori per la progettazione e l'esecuzione dei lavori

Autori AA.VV. a cura di Daniela Ladiana

Casa editrice Alinea, Firenze

Anno 2000

Monografie

Area tematica: Manutenzione Edilizia e Urbana



Titolo Cultura di Manutenzione

Autori Maurizio Cattaneo, Michele Di Sivo, Luciano Furlanetto e Daniela Ladiana

Casa editrice Alinea, Firenze

Anno 2007



Titolo Manutenzione urbana
Strategia per la sostenibilità della città

Autore Michele Di Sivo

Casa editrice Alinea, Firenze

Anno 2004



Titolo Quaderno DITAC n. 2
Per una cultura manutentiva del progetto

Autori Michele Di Sivo e Francesco Girasante

Casa editrice DITAC, Pescara

Anno 1994



Titolo Il progetto di manutenzione
Autore Michele Di Sivo
Casa editrice Alinea, Firenze
Anno 1992

Atti di Convegni e Congressi nazionali ed internazionali

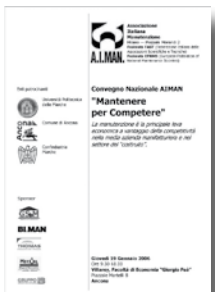
Convegni e Congressi Nazionali



Titolo Criteri e strumenti per l'ottimizzazione del processo decisionale della manutenzione urbana
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in Convegno nazionale
 La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano
Casa editrice Lettera Ventidue, Palermo
Anno 2007



Titolo I Laboratori di Quartiere per la cura e la manutenzione urbana
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in Convegno Nazionale AIMAN
 Manutenzione della Città. Nuove regole per la manutenzione urbana e la conservazione del patrimonio ambientale, artistico e culturale
pagina web www.aiman.com
Anno 2006 (giugno)



Titolo Manutenzione urbana. Strategie per la sostenibilità della Città
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in Convegno Nazionale AIMAN
 Mantenere per competere
pagina web www.aiman.com
Anno 2006 (gennaio)



Titolo Controllo della manutenzione nelle infrastrutture civili. Indicatori e commenti
Autore Michele Di Sivo
in XX Congresso Nazionale AIMAN
Strumenti e Partners per una Manutenzione di Eccellenza.
pagina web www.aiman.com
Casa editrice AIMAN, Milano
Anno 2003

Convegni e Congressi Internazionali



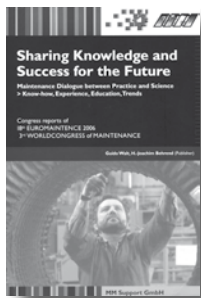
Titolo L'inclusività dei processi
Il Programma "Favela-Bairro" a Rio de Janeiro in Brasile
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in I Convegno Internazionale
Scenari dell'abitare abusivo
Strategie per l'intervento di recupero
Casa editrice
Anno 2007



Titolo La sostenibilità e la manutenzione urbana
La gestione della domanda come strumento per un approccio integrato
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in III Conferenza Internazionale sulla Gestione della Manutenzione e sul Facility Management
Maintenance Management 2007
Casa editrice CNIM, Roma
Anno 2007



Titolo Maintenance and Urban Sustainability
Autori Michele Di Sivo e Daniela Ladiana
in XXXIV IAHS World Congress
Sustainable Housing Design. Emphasizing urban housing.
Casa editrice Luciano Editore, Napoli
Anno 2006



Titolo Building Maintenance: Technological Culture for a sustainable Development

Autore Michele Di Sivo

Titolo Urban Maintenance: A Strategy for Sustainability

Autore Daniela Ladiana

in 18th Euromaintenance 2006 - 3rd World Congress of Maintenance

Sharing Knowledge and Success for the Future

Casa editrice MM Support GmbH, Bern CH

Anno 2006



Titolo Teorie e metodi della manutenzione e della sicurezza dell'ambiente costruito

Autore Michele Di Sivo

Titolo Programmazione della manutenzione e della sicurezza nel trasporto ferroviario

Il caso studio della tratta Pescara-Vasto

Autore Daniela Ladiana

in Il Conferenza Internazionale sulla Gestione della Manutenzione e sul Facility Management

Maintenance Management 2006

Casa editrice Sistemi Editoriali, Pozzuoli NA

Anno 2006



Titolo Built Environment Quality, Safety and Maintenance

Autore Michele Di Sivo

Titolo Planning and Management of School Maintenance and Safety

City of Porto Municipal Infrastructure Asset

Autore Daniela Ladiana

in First International Conference on Maintenance Management for Quality life, Safety and Productivity

Maintenance Management 2005

Casa editrice CNIM, Roma

Anno 2005



Titolo La durata e la manutenzione degli involucri di vetro

Autore Michele Di Sivo

in IX International Symposium of DINE

Involucri quali messaggi di architettura

Casa editrice Dipartimento di Ingegneria Edile, Università di Napoli Federico II, Napoli

Anno 2003

Articoli su riviste nazionali



Rivista

Manutenzione Tecnica e Management

Anno XI - numero 3

Dossier

Manutenzione Civile



Titolo Il fascicolo del fabbricato

Uno strumento per la sicurezza e la manutenzione degli edifici

Autore Paola Capece

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2004



Titolo I Laboratori di Quartiere

Una esperienza di automanutenzione nel settore dell'edilizia

Autore Michele Di Sivo

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2004



Titolo Durata e Manutenzione nel progetto di architettura

I requisiti-obiettivi determinanti per una progettazione "intelligente"

Autore Daniela Ladiana

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2004



Titolo Il progetto di un sistema di gestione e manutenzione
Il patrimonio comunale della città di Porto

Autore Mirella Censasorte e Massimo Pitocco

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2004



Rivista
Manutenzione Tecnica e Management
Anno XI - numero 4

Dossier
Manutenzione Civile



Titolo Manutenzione programmata della città
Un processo organizzativo complesso

Autore Daniela Ladiana

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2005



Titolo Il mercato della manutenzione urbana
Il ruolo della pubblica amministrazione

Autore Michele Di Sivo

Casa editrice Thomas Industrial Media, Milano

Anno 2005

Interventi a Convegni nazionali ed internazionali



- Conferenza* Valor Patrimonial, Valor Económico e Manutenção na Reabilitação Urbana
Organizzazione Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
 Porto Vivo - Sociedade de Reabilitação Urbana
Intervento A Manutenção como elemento estratégico de projecto e a gestão como atractivo das operações de revitalização urbana
Relatori Michele di Sivo, Daniela Ladiana
Location Sala Plana, FAUP
Luogo e data Porto, Febbraio 2007



- Conferenza* O Espaço da Escola
Organizzazione Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
Intervento Strategic school Asset Management: a framework
Relatori Michele di Sivo, Daniela Ladiana
Location Sala Plana, FAUP
Luogo e data Porto, 24 Gennaio 2007



- Conferenza* Intervenção no Centro Histórico: uma acção com sentido?
Organizzazione Camara Municipal de Arraiolos
Intervento Manual das Boas Praticas da Reabilitação: as Técnicas e os Materiais
Relatore Michele di Sivo
Intervento Manutenção e Reabilitação Urbana
Relatore Daniela Ladiana
Location Camara Municipal de Arraiolos
Luogo e data Arraiolos, 28-30 Giugno 2003




- Conferenza* A Manutenção da Imagem Urbana
Organizzazione Câmara Municipal do Porto
 Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
 Departamento de Tecnologias per l'Ambiente Costruito - Ud'A
Intervento A Manutenção programada da Imagem Urbana
Relatore Michele di Sivo
Intervento Os serviços de manutenção
Relatore Daniela Ladiana
Location Auditório da biblioteca da FAUP
Luogo e data Porto, 7 Luglio 2003


Poster Poster

EURO MAINTENANCE WORLD CONGRESS ON MAINTENANCE << Sharing Knowledge and Success for the Future >>

18th Euromaintenance Congress and 3rd World Congress on Maintenance



Dipartimento di Tecnologie per l'ambiente Costruito
Facoltà di Architettura - Università degli Studi "G.D'Annunzio" Chieti - Pescara



Centro De Estudos Da Faculdade De Arquitectura
Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

MAINTENANCE AND SUSTAINABILITY

The focus is on the current state of the art in maintenance and sustainability. The paper presents a research project that aims to investigate the technological aspects of an important contribution that can be made by the field of architecture technology, which is intended to guide and optimize the production and transformation processes, corresponding with the current state of the art in technology. The research project is divided into two main phases: the first phase is the identification of the current state of the art in technology, and the second phase is the development of a methodology for the design of a sustainable building. The methodology is based on the use of a set of indicators that allow the evaluation of the sustainability of a building. The indicators are divided into three main categories: environmental, economic and social. The methodology is based on the use of a set of indicators that allow the evaluation of the sustainability of a building. The indicators are divided into three main categories: environmental, economic and social.

PLANNING AND MANAGEMENT OF MAINTENANCE FOR SCHOOL ASSET SUSTAINABILITY

After a period of theoretical research, during which many areas were made, it was found that the research for the design of a sustainable building is a complex task that requires the integration of many different disciplines. The research project is divided into two main phases: the first phase is the identification of the current state of the art in technology, and the second phase is the development of a methodology for the design of a sustainable building. The methodology is based on the use of a set of indicators that allow the evaluation of the sustainability of a building. The indicators are divided into three main categories: environmental, economic and social.

The research project is divided into two main phases: the first phase is the identification of the current state of the art in technology, and the second phase is the development of a methodology for the design of a sustainable building. The methodology is based on the use of a set of indicators that allow the evaluation of the sustainability of a building. The indicators are divided into three main categories: environmental, economic and social.

EXPERIMENTATION: City of Pescara Municipal Schools Asset (IT) - City of Porto Municipal Schools Asset (PT) - City of Mathosinhos Municipal Schools Asset (PT)

UNIVERSITY	Universidade degli Studi "G.D'Annunzio" Chieti - Pescara	Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
UNITS OF RESEARCH	DTAC - TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE COSTRUITO	QUINTO DE ESTUDOS DA FACULDADE DE ARQUITECTURA
Coordinator	Dr. SIVIO MICHELE P.	BRAT AFONSO RUI
Researchers	LADIANA DALFINO SCHIAVONE ELISABETTA	CRUZ MARCO SUSDES ANA ROSA
Department of Technologies for the Built Environment - Faculty of Architecture - Pescara	DTAC - DTAC - Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto	
www.unich.it/tp2eam	e-mail: labqsm@unich.it	www.fz.up.pt/ e-mail: cefr.escolas@gmail.com

REFERENCES

1. Ashraf M. E. (2011). "Sustainable design: a review". *Journal of Building Engineering*, 1(1), 1-10.

2. Ashraf M. E. (2012). "Sustainable design: a review". *Journal of Building Engineering*, 1(1), 1-10.

3. Ashraf M. E. (2013). "Sustainable design: a review". *Journal of Building Engineering*, 1(1), 1-10.

4. Ashraf M. E. (2014). "Sustainable design: a review". *Journal of Building Engineering*, 1(1), 1-10.

5. Ashraf M. E. (2015). "Sustainable design: a review". *Journal of Building Engineering*, 1(1), 1-10.

Poster presentati a
Convegni e
Congressi nazionali
ed internazionali

18th Euromaintenance
3rd World Congress of
Maintenance
«Sharing Knowledge and
Success for the Future»
Basilea, 20-22 Giugno 2006

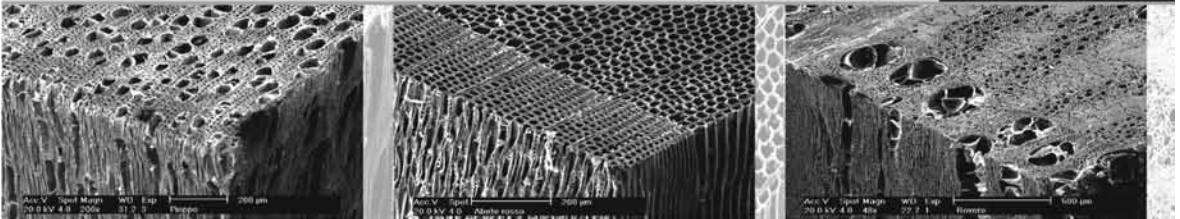
Planning and Management
of Maintenance for School
Asset Sustainability
Michele Di Sivo
Daniela Ladiana
Elisabetta Schiavone



**NANOTECHNOLOGY for
TIMBER
MAINTENANCE**
www.unich.it/ntm

USE OF NANOTECHNOLOGIES IN CULTURAL HERITAGE FOR THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE SYSTEMS IN WOODEN BUILT HERITAGE: INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR RESTORATION

Research coordination: Clara Bertolini Cestari



The current interest in molecular dimensions with the insertion of micro- and nanotechnologies has given rise to innovative production techniques of components for the building sector. These components combine high compound performance with environmental sustainability and eco-efficiency. In contrast with other fields of civil engineering and building recovery technology, the application of composite nanomaterials employed to reinforce wooden structures is a little known technique which requires, albeit partially, to be fully tested before being applied on a large scale. This holds true mainly for existing wood components (elements); with regards to new wooden elements, there is a much greater wealth of experience.

The use of nanomaterials and composite materials to strengthen wood was suggested five years ago by several American researchers who studied the effects of carbon nanotubes-based composites on the mechanical characteristics of reinforced wooden elements.

From a scientific standpoint, the programme aims at experimenting nanomaterials (carbon nanotubes, reinforced polymer resin) for the consolidation, reinforcement and protection of wooden constructions. On the one hand, lab testing will provide accurate information about the efficacy of the currently available strengthening techniques, when compared with other innovative techniques which have already been tested.

Modelling reinforcement actions on a nanomolecular scale for structures in need of recovery and the assessing functional efficiency over time will focus on identifying the future potential in terms of performance and reliability. The use of polymeric resin encompassing nanomaterials is a light and eco-sustainable technique; moreover, it does not entail dismantling existing structures which means that conditions similar to everyday conditions can be preserved throughout, and the economic advantages are immediately obvious also in relation to execution times, with regards to the conservation of historical real estate heritage.

Research is also focused on assessing the efficiency of resins reinforced with nanotubes by comparing them with other innovative technologies; the research work takes into account the environmental characterization of actions and the prospects in terms of conservation and care of other systems; in addition, a project is implemented also in relation to maintenance over time.

The research work also aims at outlining and designing the feasibility of a microchip-based, cutting-edge data collection system for sample testing on wood in order to assess the thermo-hygrometric features of states of stress.

The objective is not only to design resistive elements but also specific technologies, like sensors, devices in general and components for integrated micro-systems; the above includes the prospect of utilizing sensors, actuators, computing and processing devices, as well as wood and derivate materials, plastics, cements, optimized in terms of energy and applicable in a flexible and also reversible manner.

Assessment: will be carried out with regards to the outcome of research work also in other technological sectors focussing on the production of structural nanomaterials. The research protocol shall evaluate the alternative choices including polyurethane based resins suitable for strengthening wood, carbon nanotubes for resin adhesion and additives for the dispersion of nanotubes in organic solvents; the relating dispersants tests will be carried out mainly by using ultrasonic and magnetic shaking production techniques, characterized by thermal (DSC, Differential Scanning Calorimetry) and spectrometric analysis.

Focus on the integration potential of electronic, optic, photonic devices – by using platform- and system-based software – as well as techno-mechanical survey, diagnosis and action devices, in particular, for the collection of construction subsystems monitoring data in the middle/long-term.

Laboratory tests on samples with similar structure in terms of use and reinforced with polymer resin encompassing nanotubes, compared with other structural techniques – such as metal reinforcement, microstructure treatment with resin, carbon fibre-based actions – in order to assess the mechanical features of reinforcement; the aim is to achieve performance which not only replicates but also improves the physical and mechanical behaviour of the original components.

Engineering analyses to assess the widespread application of innovations as a "mode of action", also in terms of devices and low-cost materials, in order to create the conditions in which production components and use specifications can be extended. In addition to calibration and fine-tuning procedures on-site in case studies.

Assessment of the prospects of increased interaction between the environment-digital equipment-operators in order to transfer technology to the conservation and architectural maintenance sector of heritage management systems in the fields of facility and maintenance management, in line with planning procedures concerning the development of useful and environmental life cycle.

The research results will concern the diffusion of specific knowledge related to nanotechnologies application in maintenance and conservation processes of architectural heritage. For this, the interdisciplinary research group (technologists, engineers, architects) will activate the site NTM Nanotechnologies for Timber Maintenance, dedicated to the publishing of the results. These results are addressed to SMEs in the field of nanotechnology devices, conservation and maintenance management of cultural heritage.

Research deals with:
Characterization (composition analysis, mass.), diagnosis and conservation of components in historical materials (the non destructive study of surfaces).
The development and dissemination of the new approach can be split up into different stages:
a) the development of different forms of survey;
b) the construction of meta-data and the creation of a database;
c) its application to integrated information systems including facility, safety and maintenance management; d) product innovation used during the maintenance and conservation actions which combine performance in terms of diagnosis and reliability.

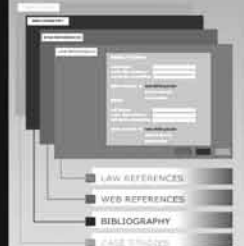


Maintenance System objective

- protect the Controlled System performances from degradation;
- minimize risks;
- minimize the use of resources;
- optimize the cybernetic capacity of the Operating System.



Bibliographic research
Will be carried out on a national and international scale using cutting-edge data collection systems which have already been tested by other researchers and institutions.



2nd International Symposium on "Nanostructured and Functional Polymer-based Materials and Nanocomposites" (NANOFUN-POLY) Lione, 29-31 Maggio 2006

Use of Nanotechnologies in Cultural Heritage for the Efficiency of Maintenance Systems in Wooden Built Heritage: Innovative Technologies for Restoration (POSTER 1)

Clara Bertolini Cestari
Michele Di Sivo
Rossella Maspoli
Daniela Ladiana
Luca Ippoliti
Elisabetta Schiavone

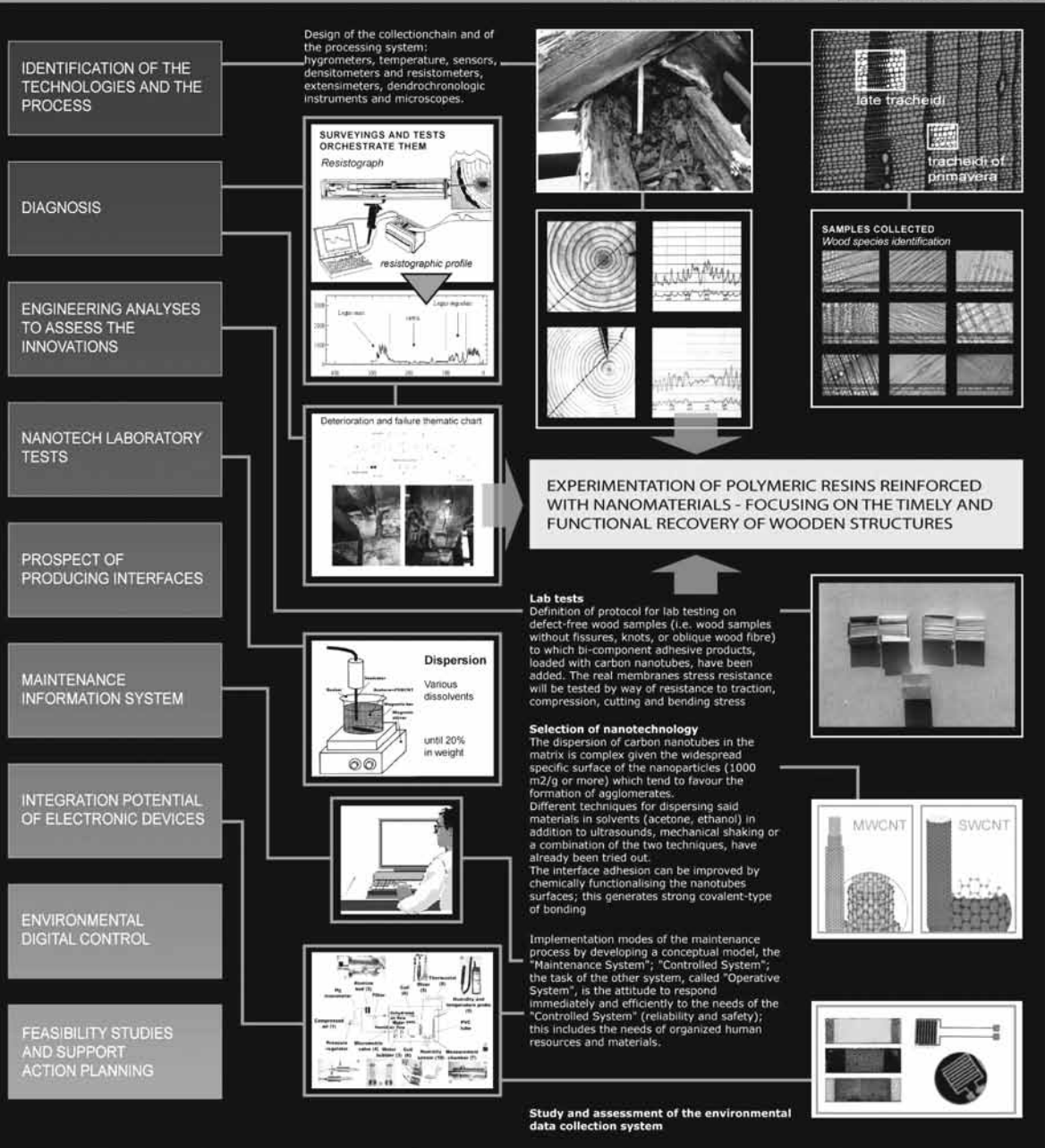
<p>ATENEI UNITÀ DI RICERCA Responsabile scientifico ANTONIO DI RICCA</p> <p>Personale coinvolto: DEFINISCIAMO il sito DEI UNITÀ DI RICERCA</p> <p>Politecnico di TORINO DIP. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E STRUTTURE INDUSTRIALI BERTOLINI CLARA CLARA</p> <p>MASPOLI Rossella DI SIVO Michele LADIANA Daniela IPPOLITI Luca SCHIAVONE Elisabetta</p>	<p>Politecnico di TORINO DIP. SCIENZA DEI MATERIALI E ING. CHIMICA TULLIANO JEAN MARC JEAN MARC</p> <p>WIZZO BARBARO</p>	<p>Università degli Studi "G. D'Annunzio" CH - PE DIP. TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE COSTRUITO DI SIVO MICHELE MICHELE</p> <p>PARAVALLI Elena DI SIVO MICHELE LADIANA Daniela IPPOLITI Luca PARAVALLI Elisabetta SCHIAVONE Elisabetta</p>	<p>Politecnico di TORINO DIP. INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA BERTOLINI CLARA CLARA</p>
---	--	---	--



NANOTECHNOLOGY for
TIMBER
MAINTENANCE
www.unich.it/ntm

USE OF NANOTECHNOLOGIES IN CULTURAL HERITAGE FOR THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE SYSTEMS IN WOODEN BUILT HERITAGE: INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR RESTORATION

Research coordination: **Clara Bertolini Cestari**



2nd International Symposium on "Nanostructured and Functional Polymer-based Materials and Nanocomposites" (NANOFUN-POLY) Lione, 29-31 Maggio 2006

Use of Nanotechnologies in Cultural Heritage for the Efficiency of Maintenance Systems in Wooden Built Heritage: Innovative Technologies for Restoration (POSTER 2)

Clara Bertolini Cestari
Michele Di Sivo
Rossella Maspoli
Daniela Ladiana
Luca Ippoliti
Elisabetta Schiavone

<p>ATENI</p> <p>UNITA' DI RICERCA</p> <p>Sezione scientifica dell'Unita' di Ricerca</p> <p>Università degli Studi dell'Umbria</p>	<p>Politecnico di TORINO</p> <p>Dip. PRODUZIONE ARCHITETTICA E DESIGN INDUSTRIALE</p> <p>BERTOLINI CESTARI CLARA</p> <p>INGOLOS PIRELLA FRANCESCO SIANO SACCHI ANDREAS MARZI TIZIO RACCONI NICOLA ROBERTELLI GIULIA</p>	<p>Politecnico di TORINO</p> <p>Dip. SCIENZA DEI MATERIALI E ING. CIVILE</p> <p>FULLERI SEAN MARK KAZZO RENAMATO</p>	<p>Università degli Studi "E.D'Alessandro" CH - PE</p> <p>Dip. TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE COSTRUTTO</p> <p>DE LUCA MICHELA CIVALLARI LUIGI SILVANO GIUSEPPE MAGLIO G. ANDREA PROBOLINI TIZIO SACCHI ANDREA FRANCINI LUIGI FARABELLI GIUSEPPE SCHIAVONE ELISABETTA</p>	<p>Politecnico di TORINO</p> <p>Lab. INGEGNERIA STRUTTURALE E DEDIZIONALE</p> <p>ROZZI GIUSEPPE DE LUCA MICHELA</p>
---	---	--	--	---



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
Facoltà di Architettura con sede a Siracusa



arp Dipartimento A.R.P.

Convegno Nazionale
Siracusa 24 - 25 maggio 2007

La Cultura della Manutenzione nel Progetto Edilizio ed Urbano

La Manutenibilità nel Progetto di Architettura

Università degli studi di Chieti - Pescara Facoltà di Architettura di Pescara
Dipartimento DITAC - Laboratorio Qualità Sicurezza e Manutenzione



Corso di Laurea in Architettura

Corso di Procedimenti e Metodi della Manutenzione Edilizia

Docente: Prof. Michele Di Sivo

Collaboratori: Daniela Ladiana, Maurizio Cattaneo

Convegno Nazionale
La Cultura della
Manutenzione nel Progetto
Edilizio Urbano
Facoltà di Architettura di
Siracusa
Siracusa, 24-25 Maggio 2007

La manutenibilità nel progetto di architettura

Michele Di Sivo
Daniela Ladiana



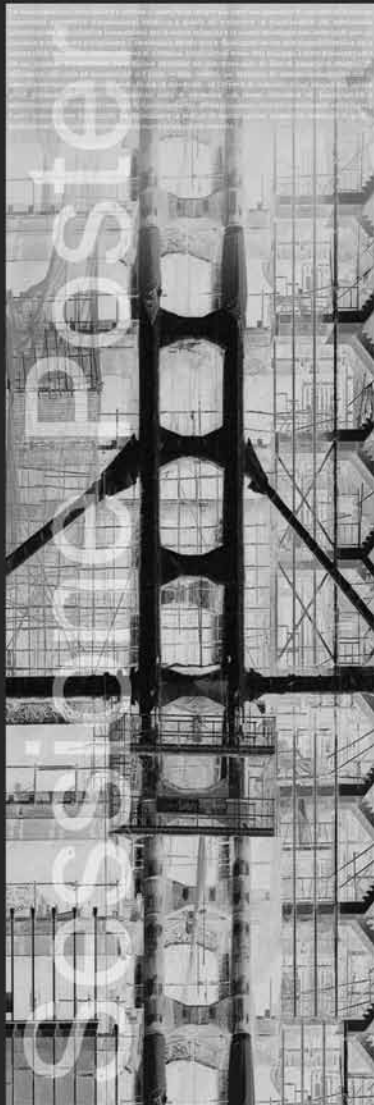
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
Facoltà di Architettura con sede a Siracusa



arp Dipartimento A.R.P.

Convegno Nazionale
Siracusa 24 - 25 maggio 2007

La Cultura della Manutenzione nel Progetto Edilizio ed Urbano



Università degli Studi "Gabriele d'Annunzio" A.A. 2006/2007
"GIOVANNI FERRACUTI"
BUILDING MANAGER
PROGETTAZIONE E GESTIONE DELLA MANUTENZIONE E DELLA SICUREZZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO
Coordinatore PROF. MICHELE DI SIVO

Comitato scientifico: Rita Digi Aletto, Mariella Calabrese, Dora Lodi, Rosella Mascolo, Andrea Pennino, Vincenzo Rago, Catiana Scavone
Ingegnere organizzativo Massimo Filardo

OBIETTIVI Il master è articolato in una serie di discipline che, accanto alle necessarie competenze economiche e manageriali sviluppate, inverte i metodi per agire sulle due caratteristiche fondamentali dei sistemi: la disponibilità (capacità di un sistema di eseguire in grado di compiere una funzione richiesta nelle condizioni basate e per un determinato periodo, indipendente dalla manutenibilità, l'affidabilità e della logistica di manutenzione e la sicurezza (risposta di un sistema a non casuale, nelle condizioni basate, eventi critici).
La competenza dell'ingegnere lo sposta di quelle tradizionalmente rite per la figura del Building Manager, infatti, alla gestione tecnica dei sistemi edili, si aggiungono capacità progettuali e gestionali utili all'implementazione di due fondamentali funzioni: la sicurezza e la manutenzione intesa come integrale e complementare.

DESTINATARI Il Master è riservato a n° 20 laureati in possesso dei seguenti requisiti: Laurea nella classe n°4 (Scienze dell'Architettura e dell'Ingegneria edile), nella classe n°10 (Ingegneria industriale), nella classe n°13 (Scienze politiche e della relazioni internazionali), nella classe n°17 (Scienze dell'economia e della gestione aziendale), nella classe n°28 (Scienze economiche), nonché in Architettura, Ingegneria, Scienze politiche, Economia, Geologia, Scienze forestali e Agrarie conseguite secondo il vecchio Ordinamento precedente la riforma di cui al D.M. 50959 e diploma di laurea stranieri equipollenti, ai sensi dell'art. 333 del T.U. n° 1592 del 31/09/93.

CARATTERISTICHE DEL CORSO Il percorso formativo è articolato in due macrofasi: attività formative in aula (didattica frontale, project work, discussione di casi reali) e stage (attività applicativa presso aziende ed enti nazionali). Il Master ha la durata di 600 ore (120 ore di didattica frontale e project work, 180 ore di stage). La frequenza è obbligatoria, sia teorica che pratica, e obbligatoria. Durante il corso è assicurato un continuo servizio di tutoring e di assistenza di didattica interattiva e multimediale.

AMMISSIONE AL MASTER

La selezione dei candidati è effettuata mediante valutazione del curriculum formativo e per colloquio del candidato scientifico del Master che valuta gli orientamenti e le motivazioni dei candidati.

INFORMAZIONI Le informazioni sono disponibili presso la sede del Laboratorio Qualità Sicurezza e Manutenzione (tel. 068 4537306 - pers. 347 1837823 - fax 068 4537327) via D.T.A.C. Facoltà di Architettura Viale Pindaro, 42 - Pescara, o sul sito web www.unich.it/laqsm o tramite e-mail laqsm@unich.it

ARTICOLAZIONE E CONTENUTI

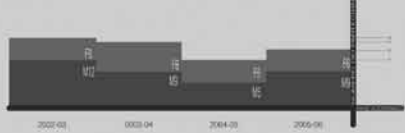
FONDAMENTI DEL MANAGEMENT	TEORIA E METODI DELLA MANUTENZIONE E DELLA SICUREZZA	PROGETTO E GESTIONE DELLA MANUTENZIONE EDILE	PROGETTO E GESTIONE DELLA MANUTENZIONE DELLE INFRASTRUTTURE URBANE
Sviluppo delle capacità comunicative e negoziali. Teoria e Tecniche della Qualità. Sicurezza e prevenzione dei lavori di manutenzione (D.L. 508 e 464). Project management. Controllo di gestione. Analisi e Contabilità dei costi. Metodi di sintesi per il Facility Management. Appello dei servizi di manutenzione.	Tecnica dei sistemi. Ingegneria di Manutenzione. Analisi e gestione dei rischi. Evoluzione della normativa tecnica della manutenzione.	Tecnica dei sistemi. Ingegneria di Manutenzione. Analisi e gestione dei rischi. Evoluzione della normativa tecnica della manutenzione.	Identificazione delle manutenzione delle infrastrutture urbane. Gestione delle infrastrutture urbane. Analisi e valutazione del rischio dell'ambiente costruito. Psicologia e diagnostica delle infrastrutture urbane. Strumenti e tecnologie informatiche per la manutenzione urbana.

PROJECT WORK Approfondimento tematico immobiliare. Tecnica di Revisione e valutazione degli edifici. Applicazione di sistemi informatici per la gestione della manutenzione. Documenti di gestione della manutenzione edile in urbanistica.
STAGE (180 ORE)

INDAGINE SUI PROFILI E L'OCCUPAZIONE DEGLI SCRITTI NELLE QUATTRO EDIZIONI DEL MASTER

NUMERO DI ISCRITTI PER ANNO DI EDIZIONE

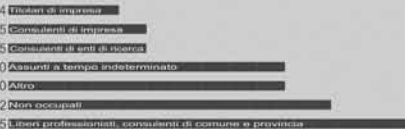
numero totale partecipanti=61 (35 maschi, 26 femmine)



REGIONI DI PROVENIENZA E DESTINAZIONE



PROFILI DI IMPIEGO DEI FREQUENTANTI DEL MASTER



Fondo sociale europeo
Intervento di alta formazione



I partners del master



Convegno Nazionale
La Cultura della
Manutenzione nel Progetto
Edilizio Urbano
Facoltà di Architettura di
Siracusa
Siracusa, 24-25 Maggio 2007

Master "Giovanni Ferracuti"
Building Manager
Michele Di Sivo
Daniela Ladiana

