

MiBAC



**MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA' CULTURALI**  
*dipartimento per i beni culturali e paesaggistici*

**PROGETTO DI MONITORAGGIO  
SULLO STATO DI CONSERVAZIONE  
DEI BENI ARCHITETTONICI TUTELATI**

**DOCUMENTO DI SINTESI**  
novembre 2004

**METODO E STRUMENTI**

iter del progetto	1
riferimenti normativi	2-5
obiettivi	6
definizioni	7
principi metodologici	8
schema logico	9
livelli di conoscenza	10

**MODULI SCHEDOGRAFICI**

modulo 0	01-02
modulo A	A1/A2
modulo C	C1/C4
modulo D	D1/D6
modulo E	E1/E3
modulo F	F1/F2
modulo G	G1

**MODULI DI VALUTAZIONE**

programma di conoscenza	1-2
modulo B	B1/B4
modulo M1	M1/M4
modulo M2	M5/M9
modulo M3	M10/M11

**APPROFONDIMENTI**

valutazione del danno strutturale	1-8
il rilievo a nuvola di punti	9/12
individuazione dei punti notevoli della fabbrica	13/16
scansioni laser su edifici campione	17/20

## METODO E STRUMENTI

---

iter del progetto	1
riferimenti normativi	2/5
obiettivi	6
definizioni	7
principi metodologici	8
schema logico	9
livelli di conoscenza	10

## ITER DEL PROGETTO

- febbraio 2002** - la direttiva ministeriale per l'azione amministrativa fissa come obiettivo per la direzione generale il "monitoraggio dello stato di conservazione dei beni architettonici e paesaggistici oggetto di tutela"
- novembre 2002** - è attivata una convenzione con il prof. Giovanni Carbonara, il prof. Giorgio Croci e il prof. Paolo Rocchi per una consulenza specialistica relativa alla predisposizione di una scheda di rilevamento dello stato di conservazione dei beni e per la valutazione del rischio
- gennaio 2003** - è sottoscritto dalla DGBAP, ICR e ICCD un documento programmatico che traccia le linee del progetto di monitoraggio; contestualmente alla firma del documento vengono istituiti dei gruppi di lavoro misti per la definizione dei quattro punti contenuti nel programma  
*(Per la Direzione Generale per i Beni Architettonici ed il Paesaggio: arch. Laura Moro - coordinamento generale, arch. Fabio Carapacchio, arch. Valentina Milano, arch. Pia Petrangeli. Per l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione: arch. Maria Luisa Desiderio, dott. Marco Lattanzi, dott. Clemente Marsicola, arch. Floriana Sattalini. Per l'Istituto Centrale per il Restauro: dott. Giorgio Accardo, dott. Alessandro Bianchi, arch. Gisella Capponi, arch. Donatella Cavezzali, arch. Anna Maria Pandolfi)*
- febbraio 2003** - si attiva presso il Parco Regionale dei Colli Euganei, con il coordinamento dell'ing. Paolo Faccio, un gruppo di lavoro interdisciplinare per la definizione di una metodologia di indagine sullo stato di conservazione di un campione di 150 ville  
*(Arch. Paolo Faccio - coordinatore, prof. Giampiero Brogiolo, dott. Maurizio Gasparini, arch. Guglielmo Monti, arch. Laura Moro, prof. Marco Peresani )*
- marzo 2003** - viene conferito dal Segretario Generale al Direttore Generale arch. Roberto Cecchi l'incarico di coordinamento dell'attività dell'ICR e dell'ICCD sul progetto in questione
- aprile 2003** - contratto di consulenza con la Projection srl e la Heritage srl per uno studio relativo alla fattibilità economica del progetto di monitoraggio  
*(Per la Projection srl: dott.ssa Ludovica Forti. Per la Heritage srl: dott.ssa Adriana Martini)*
- giugno 2003** - contratto di consulenza con la KPMG per lo sviluppo del modello economico e di gestione del progetto sul territorio campione della regione Umbria

## ITER DEL PROGETTO

- giugno 2003 -** contratto di consulenza con l'arch. Alberto Torsello per la definizione di una metodologia di rilievo a nuvole di punti finalizzata all'interpretazione dello stato di conservazione
- luglio 2003 -** presentazione al Ministro di una relazione di pre-fattibilità del progetto
- settembre 2003 -** avvio di una campagna di sperimentazione su quattro edifici nel territorio regionale dell'Umbria, sia per quanto riguarda la scheda di vulnerabilità che per il rilievo a nuvole di punti  
*(Per la soprintendenza BAP-PSAD dell'Umbria: geom. Raoul Paggetta.  
Per il rilievo geometrico: arch. Alberto Torsello, arch. Anna Girolami.  
Per il rilievo della vulnerabilità: arch. Sara Dini, dott. Matteo Lucchini)*
- febbraio 2004 -** attivazione del sistema informativo per la verifica dell'interesse culturale del patrimonio immobiliare pubblico  
([www.benitutelati.it](http://www.benitutelati.it))  
*(Progetto e coordinamento: arch. Laura Moro. Realizzazione del software: Mondogis srl, dott. Maurizio D'Artistotile, ing. Valeria Giannini)*
- giugno 2004 -** contratto di consulenza con l'ing. Paolo Faccio per la sperimentazione di un modello interpretativo strutturale "a posteriori"; sviluppato in particolare sulla villa Pisani Serena a Monselice (PD) e sulla villa Dolfin a San Germano dei Berici (VI)  
*(Per lo studio dei modelli: ing. Paolo Faccio. Per il rilevamento diretto: dott. Matteo Lucchini, dott.ssa Alessia Vanin.  
Per il rilievo geometrico: arch. Alberto Torsello, arch. Anna Girolami)*

## COMPETENZE DEL MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI

### **D.Lgs. 42/2004 - Codice dei beni culturali e del paesaggio**

#### *Art. 3 Tutela del patrimonio culturale*

1. La tutela consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette, sulla base di un'adeguata attività conoscitiva, ad individuare i beni costituenti il patrimonio culturale ed a garantirne la protezione e la conservazione per fini di pubblica fruizione.

#### *Art. 12 - Verifica dell'interesse culturale*

1. Le cose immobili e mobili indicate all'articolo 10, comma 1, che siano opera di autore non più vivente e la cui esecuzione risalga ad oltre cinquanta anni, sono sottoposte alle disposizioni del presente Titolo fino a quando non sia stata effettuata la verifica di cui al comma 2. (...)

8. Le schede descrittive degli immobili di proprietà dello Stato oggetto di verifica con esito positivo, integrate con il provvedimento di cui al comma 7, confluiscono in un archivio informatico accessibile al Ministero e all'Agenzia del demanio, per finalità di monitoraggio del patrimonio immobiliare e di programmazione degli interventi in funzione delle rispettive competenze istituzionali.

#### *Art. 29 - Conservazione*

1. La conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro.

5. Il Ministero definisce, anche con il concorso delle regioni e con la collaborazione delle università e degli istituti di ricerca competenti, linee di indirizzo, norme tecniche, criteri e modelli di intervento in materia di conservazione dei beni culturali.

#### *Art. 30 - Obblighi conservativi*

1. Lo Stato, le regioni, gli altri enti pubblici territoriali nonché ogni altro ente ed istituto pubblico hanno l'obbligo di garantire la sicurezza e la conservazione dei beni culturali di loro appartenenza.

### **D.P.R. 173/2004 - Regolamento di organizzazione del Ministero per i beni e le attività culturali**

#### *Art. 3. - Dipartimento per i beni culturali e paesaggistici*

1. Il Dipartimento per i beni culturali e paesaggistici cura la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale e promuove la qualità architettonica ed urbanistica e l'arte contemporanea.

### **D.M. 19 luglio 2004 - Obiettivi del dipartimento**

Il Dipartimento per i beni culturali e paesaggistici "c) coordina le iniziative in materia di sicurezza del patrimonio culturale".

## COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

### **O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica**

#### Articolo 2

3. E fatto obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, ai sensi delle norme di cui ai suddetti allegati, sia degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Le verifiche di cui al presente comma dovranno essere effettuate entro cinque anni dalla data della presente ordinanza e riguardare in via prioritaria edifici ed opere ubicate nelle zone sismiche 1 e 2, secondo quanto definito nell' allegato 1.

4. In relazione a quanto previsto al comma 3, entro sei mesi dalla data della presente ordinanza il Dipartimento della protezione civile e le regioni provvedono, rispettivamente per quanto di competenza statale e regionale, ad elaborare, sulla base delle risorse finanziarie disponibili, il programma temporale delle verifiche, ad individuare le tipologie degli edifici e delle opere che presentano le caratteristiche di cui al comma 3 ed a fornire ai soggetti competenti le necessarie indicazioni per le relative verifiche tecniche, che dovranno stabilire il livello di adeguatezza di ciascuno di essi rispetto a quanto previsto dalle norme.

### **Allegato 2. Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici**

(...) la valutazione della sicurezza ed il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione. Ciò comporta l'impiego di coefficienti di sicurezza parziali adeguatamente modificati, come pure metodi di analisi e di verifica appropriati alla completezza e all'affidabilità dell'informazione disponibile.

(...) Per gli edifici di speciale importanza artistica (...), è consentito derogare da quanto prescritto nelle presenti norme, in quanto incompatibile con le esigenze di tutela e di conservazione del bene culturale. In tal caso, peraltro, è richiesto di calcolare i livelli di accelerazione del suolo corrispondenti al raggiungimento di ciascuno stato limite previsto per la tipologia strutturale dell'edificio, nella situazione precedente e nella situazione successiva all'eventuale intervento.

### **D.D. Protezione Civile 21.10.2003 - Disposizioni attuative dell'art. 2, c. 2, 3 e 4 dell'O.P.C.M. 3274/2003**

All. 1 - Elenco B - Categorie di edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza statale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

3. Edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale (quali ad esempio musei, biblioteche, chiese).

All. 2 - Indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi su edifici e opere strategiche o importanti, ai sensi di quanto previsto ai commi 3 e 4 dell'ordinanza 3274/2003.

1. Premessa. (...) Definisce tre livelli di acquisizione dati e di verifica, da utilizzare in funzione dei livelli di priorità e delle caratteristiche dell'edificio o dell'opera in esame.

3. Livelli 1 e 2 (edifici). Su ciascun edificio andranno effettuati sopralluoghi volti alla conoscenza ed al rilievo della struttura. Andranno inoltre raccolte tutte le informazioni e la documentazione disponibile sul sito di costruzione, sull'epoca di costruzione e sulle trasformazioni (sopraelevazioni, ampliamenti, modifiche strutturali) e gli interventi subiti dalla struttura. Per ogni edificio andranno individuate la tipologia strutturale della costruzione originaria e quelle presenti nelle trasformazioni successive.

### **Parere del Comitato di settore per i beni architettonici - seduta del 9 luglio 2003**

(...) Sono da rivedere il concetto e le modalità applicative dei coefficienti di conoscenza LC contenuti nell'Ordinanza, che rischiano di provocare interventi più consistenti del necessario ed impropri e che non possono sostituire o compensare l'indispensabile preventiva acquisizione esaustiva delle caratteristiche e dei problemi inerenti l'oggetto sul quale intervenire. Si sottolinea espressamente l'esigenza che nessun progetto sia redatto senza un'approfondita conoscenza (...) da ricavare preliminarmente attraverso studi, ricerche, rilievi, saggi e prove, indagini, modellazioni matematiche.

## **Bozza del testo di modifica e aggiornamento all'Ordinanza 3274 del 9 settembre 2004, trasmesso dalla Protezione Civile alle Regioni per le osservazioni di competenza.**

### **Allegato 2 - NORME TECNICHE PER IL PROGETTO, LA VALUTAZIONE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI**

#### *11.1 Generalità*

(...) Per gli edifici di speciale importanza artistica, di cui all'art. 16 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, è consentito derogare da quanto prescritto nelle presenti norme, nei casi in cui ciò comporti l'esecuzione di interventi incompatibili con le esigenze di tutela e di conservazione del bene culturale. In tal caso, peraltro, è richiesto di calcolare i livelli di accelerazione del suolo corrispondenti al raggiungimento di ciascuno stato limite previsto per la tipologia strutturale dell'edificio, nella situazione precedente e nella situazione successiva all'eventuale intervento.

#### *11.5 Valutazione della sicurezza di edifici in muratura*

(...) Per la valutazione degli edifici esistenti, oltre all'analisi sismica globale, da effettuarsi con i metodi previsti dalle norme di progetto per le nuove costruzioni (con le integrazioni specificate nel seguito), è da considerarsi anche l'analisi dei meccanismi locali.

#### *11.5.2 Dati necessari e identificazione del livello di conoscenza*

(...) La conoscenza dell'edificio in muratura oggetto della verifica risulta di fondamentale importanza ai fini di una adeguata analisi, e può essere conseguita con diversi livelli di approfondimento, in funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, delle ricerche storiche, e delle indagini sperimentali. Tali operazioni saranno funzione degli obiettivi preposti ed andranno ad interessare tutto o in parte l'edificio, a seconda della ampiezza e della rilevanza dell'intervento previsto.

Il piano delle indagini fa comunque parte sia della fase diagnostica che del progetto vero e proprio, e dovrà essere predisposto nell'ambito di un quadro generale volto a mostrare le motivazioni e gli obiettivi delle indagini stesse. (...)

Geometria: rilievo piano per piano di tutti gli elementi in muratura ... Dovrà inoltre essere rilevato e rappresentato il quadro fessurativo, classificando ciascuna lesione secondo la tipologia, e deformativo

Dettagli costruttivi: a) qualità del collegamento tra pareti verticali; b) qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento; c) esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture; d) presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti; e) presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità; f) tipologia della muratura e sue caratteristiche costruttive.

Proprietà dei materiali: Particolare attenzione dovrà essere riservata alla valutazione della qualità muraria, con riferimento agli aspetti legati al rispetto o meno della "regola dell'arte".

## Bozza del testo di modifica e aggiornamento all'Ordinanza 3274 del 9 settembre 2004, trasmesso dalla Protezione Civile alle Regioni per le osservazioni di competenza.

### Allegato 2 - NORME TECNICHE PER IL PROGETTO, LA VALUTAZIONE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI

#### 11.1 Generalità

(...) Per gli edifici di speciale importanza artistica, di cui all'art. 16 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, è consentito derogare da quanto prescritto nelle presenti norme, nei casi in cui ciò comporti l'esecuzione di interventi incompatibili con le esigenze di tutela e di conservazione del bene culturale. In tal caso, peraltro, è richiesto di calcolare i livelli di accelerazione del suolo corrispondenti al raggiungimento di ciascuno stato limite previsto per la tipologia strutturale dell'edificio, nella situazione precedente e nella situazione successiva all'eventuale intervento.

#### 11.5 Valutazione della sicurezza di edifici in muratura

(...) Per la valutazione degli edifici esistenti, oltre all'analisi sismica globale, da effettuarsi con i metodi previsti dalle norme di progetto per le nuove costruzioni (con le integrazioni specificate nel seguito), è da considerarsi anche l'analisi dei meccanismi locali.

#### 11.5.2 Dati necessari e identificazione del livello di conoscenza

(...) La conoscenza dell'edificio in muratura oggetto della verifica risulta di fondamentale importanza ai fini di una adeguata analisi, e può essere conseguita con diversi livelli di approfondimento, in funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, delle ricerche storiche, e delle indagini sperimentali. Tali operazioni saranno funzione degli obiettivi preposti ed andranno ad interessare tutto o in parte l'edificio, a seconda della ampiezza e della rilevanza dell'intervento previsto.

Il piano delle indagini fa comunque parte sia della fase diagnostica che del progetto vero e proprio, e dovrà essere predisposto nell'ambito di un quadro generale volto a mostrare le motivazioni e gli obiettivi delle indagini stesse. (...)

Geometria: rilievo piano per piano di tutti gli elementi in muratura ... Dovrà inoltre essere rilevato e rappresentato il quadro fessurativo, classificando ciascuna lesione secondo la tipologia, e deformativo

Dettagli costruttivi: a) qualità del collegamento tra pareti verticali; b) qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento; c) esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture; d) presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti; e) presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità; f) tipologia della muratura e sue caratteristiche costruttive.

Proprietà dei materiali: Particolare attenzione dovrà essere riservata alla valutazione della qualità muraria, con riferimento agli aspetti legati al rispetto o meno della "regola dell'arte".

## **Bozza del testo di modifica e aggiornamento all'Ordinanza 3274 del 9 settembre 2004, trasmesso dalla Protezione Civile alle Regioni per le osservazioni di competenza.**

### *11.5.4.3 Modellazione della struttura*

(...) Per gli edifici esistenti in muratura emergono tuttavia alcune particolarità che devono essere opportunamente considerate, con riferimento alla modellazione strutturale. In particolare, in presenza di edifici in aggregato, caso tipico nei centri storici, e di edifici a struttura mista, frutto di sistemi costruttivi relativamente moderni o di trasformazioni successive recenti, i metodi sopra indicati non sempre sono adeguati ed è opportuno procedere ad una appropriata modellazione.

Inoltre, per ogni edificio in muratura deve essere considerata l'eventualità che si verifichino meccanismi locali di collasso, rispetto ai quali è opportuno eseguire una verifica di sicurezza.

#### *11.5.4.3.1 Meccanismi locali*

(...) Negli antichi edifici in muratura sono spesso assenti sistematici elementi di collegamento tra le pareti, a livello degli orizzontamenti; ciò comporta una possibile vulnerabilità nei riguardi di meccanismi locali, che possono interessare non solo il collasso fuori dal piano di singoli pannelli murari ma più ampie porzioni dell'edificio (ribaltamento di intere pareti mal collegate, ribaltamento di pareti sommitali in presenza di edifici di diversa altezza, collassi parziali negli edifici d'angolo degli aggregati edilizi...). È obbligatorio valutare la sicurezza dell'edificio nei confronti di tali meccanismi.

Un possibile modello di riferimento per questo tipo di valutazioni è quello dell'analisi limite dell'equilibrio delle strutture murarie, considerate come corpi rigidi non resistenti a trazione; la debole resistenza a trazione della muratura porta infatti, in questi casi, ad un collasso per perdita di equilibrio, la cui valutazione non dipende in modo significativo dalla deformabilità della struttura ma dalla sua geometria e dai vincoli.

### **ALLEGATO 11.C – ANALISI DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO IN EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA**

(...) Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Meccanismi locali si verificano nelle pareti murarie prevalentemente per azioni perpendicolari al loro piano, mentre nel caso di sistemi ad arco anche per azioni nel piano. Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali di danno e collasso (nel piano e fuori piano) possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematicismo.

## OBIETTIVI DEL PROGETTO

- > identificare e censire il patrimonio culturale in un unico sistema di riferimento secondo quanto previsto dall'art. 12 del Codice dei Beni Culturali e Paesaggistici
- > verificarne lo stato di conservazione
- > analizzare e valutare situazioni dinamiche in continua evoluzione come quelle connesse alla pericolosità territoriale e alla vulnerabilità dei manufatti
- > definire il livello di rischio del patrimonio culturale
- > individuare le strategie più appropriate per la sua conservazione, nell'ottica di pianificare e ottimizzare l'impiego delle risorse

### **uno strumento di conoscenza:**

FLESSIBILE - adattabile alla eterogeneità e complessità del reale

ITERABILE - ripetibile con facilità

IMPLEMENTABILE - applicabile per livelli successivi di approfondimento secondo le necessità e differenziati nel tempo

## DEFINIZIONI

### *RISCHIO*

Combinazione probabilistica di pericolosità territoriale e vulnerabilità del manufatto

$$R = \text{vulnerabilità} \times \text{pericolosità}$$

### *PERICOLOSITA' TERRITORIALE*

Possibili azioni dell'ambiente esterno sul manufatto, in relazione alla severità ed alla frequenza di un dato accadimento

### *VULNERABILITA'*

Propensione al danno del manufatto, in relazione alle sue caratteristiche e al suo stato di conservazione

### *ATTENDIBILITA'*

Corrispondenza del modello alla realtà

Il progetto si basa su alcuni elementi di realtà e su principi metodologici che condizionano l'articolazione e lo sviluppo di tutto il lavoro.

### **Fattori condizionanti**

- > il numero elevato di edifici oggetto da conoscere - quantità stimata circa 500.000 beni sul territorio nazionale
- > risorse umane e strumentali distribuite e parcellizzate sul territorio

### **Principi metodologici**

#### *1. Speditività*

- rilievo diretto con elementi valutati a vista, mediante criteri qualitativi
- figure professionali differenziate in relazione al livello di analisi
- rilievo dei dati su campo (stato di conservazione) e successiva elaborazione del modello interpretativo

#### *2. Livelli di conoscenza*

- articolazione in moduli schedografici e moduli valutativi
- successivi approfondimenti dei dati in relazione alla priorità ed agli obiettivi del programma di conoscenza
- implementabilità successiva dei dati

#### *3. Modelli interpretativi*

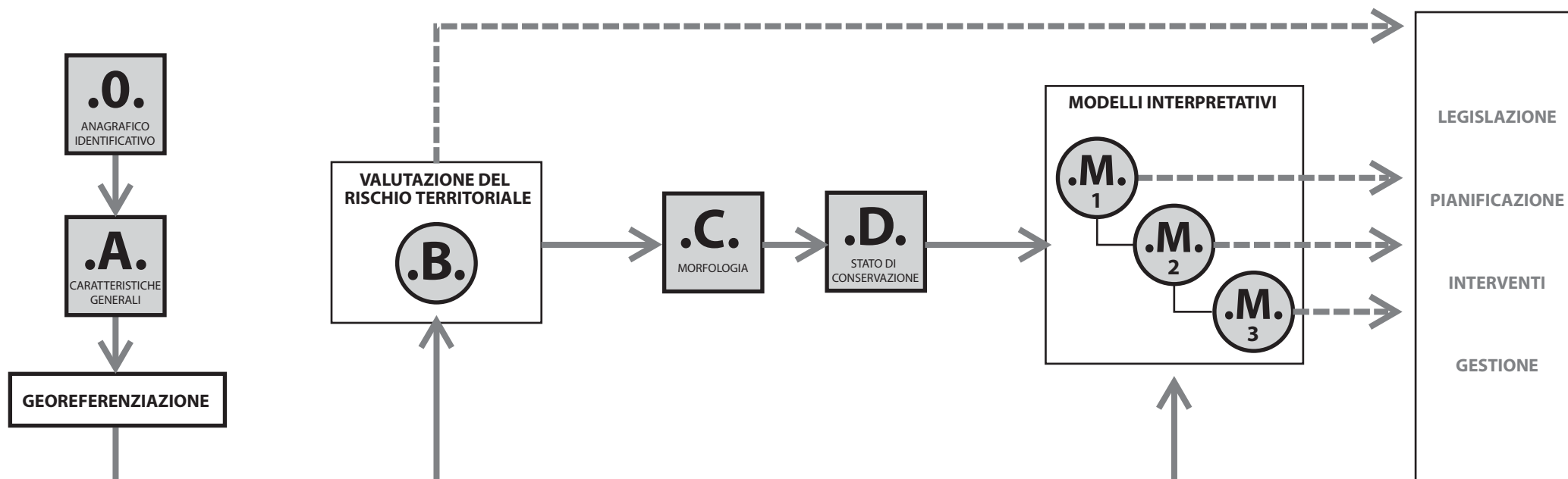
- introduzione di metodologie interpretative proprie della teoria dei macro elementi o dei meccanismi di collasso

#### *4. Attendibilità del modello*

- in ragione della formazione degli operatori
- della quantità e qualità dei dati acquisiti
- della esaustività del modello



fasi



moduli

CARTE TEMATICHE  
TERRITORIALI

DOCUMENTAZIONE  
ESISTENTE

.E.  
GEOMETRIA

.F.  
INTERVENTI  
PREGRESSI

.G.  
INDAGINI  
STORICHE

.H.  
IMPIANTI

.I.  
INDAGINI  
DIAGNOSTICHE

documentazione analitica

		MODULI SCHEDOGRAFICI	MODULI DI VALUTAZIONE
<p><b>PRIMO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE IDENTIFICATIVA</p>	<p>Identificazione e georeferenziazione del bene Raccolta di dati ambientali</p>	<p>.O. .A.</p>	<p>SCREENING STATISTICO</p> <p>.B.</p>
<p><b>SECONDO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE QUALITATIVA</p>	<p>Schede speditive ed analitiche Rilievo diretto Stima qualitativa del danno</p>	<p>.C. .D.</p>	<p>PRIMO MODELLO INTERPRETATIVO</p> <p>ATTENDIBILITA' 1</p> <p>.M.<sub>1</sub></p>
<p><b>TERZO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE ANALITICA</p>	<p>Compilazione di Moduli schedografici di approfondimento. Rilievo con strumenti manuali ed elettronici (scansione laser). Stima qualitativa e quantitativa del danno. Verifica dei meccanismi locali di danno, attraverso l'analisi limite dell'equilibrio</p>	<p>.E. .F. .G. .H. .I.</p>	<p>SECONDO MODELLO INTERPRETATIVO</p> <p>ATTENDIBILITA' 2</p> <p>.M.<sub>2</sub></p>
<p><b>QUARTO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE NUMERICA</p>	<p>Verifica dei meccanismi globali di danno e collasso</p>		<p>TERZO MODELLO INTERPRETATIVO</p> <p>ATTENDIBILITA' 3</p> <p>.M.<sub>3</sub></p>

## MODULI SCHEDOGRAFICI

---

modulo 0  
modulo A  
modulo C  
modulo D  
modulo E  
modulo F  
modulo G

01-02  
A1/A2  
C1/C4  
D1/D6  
E1/E3  
F1/F2  
G1



il **modulo 0 - anagrafico identificativo** deriva dalla direttiva del decreto interministeriale del 6 febbraio 2004 relativo alla "*Valutazione dell'interesse culturale dei beni immobili di proprietà pubblica*" emanato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Direzione Generale per i Beni Architettonici ed il Paesaggio di concerto con l'Agencia del Demanio.

Allo scopo è stato attivato un sistema informativo per la gestione dei dati descrittivi degli immobili, accessibile via internet al sito [www.beniculturali.it](http://www.beniculturali.it)

Il sistema informativo gestisce i dati relativi a:

- > proprietà
- > natura e localizzazione
- > riferimenti catastali
- > coordinate geografiche
- > descrizioni morfologica e storica
- > documentazione planimetrica e fotografica
- > altra eventuale documentazione grafica esistente
- > natura del vincolo

**.0.**

**1. denominazione**

<input type="text"/>
- regione
- provincia
- comune
- denominazione
- natura del bene
- periodo di realizzazione

**2. localizzazione**

<input type="text"/>
- regione
- provincia
- comune
- toponimo
- coordinate geografiche

**3. riferimenti catastali**

<input type="text"/>
- foglio
- particella
- subalterno

**4. confinanti**

<input type="text"/>
- foglio
- particella
- subalterno

**5. destinazione d'uso**

<input type="text"/>
- categoria
- uso specifico

**6. descrizioni**

<input type="text"/>
- descrizione morfologica
- descrizione storica
- presenza di elementi decorativi
- valutazione di interesse
- altre schedature

> RIFERIMENTO



il modulo **A - caratteristiche generali del manufatto**  
contiene le informazioni relative a:

> **localizzazione** del bene

- rispetto all'urbanizzazione del territorio
- rispetto alla morfologia del territorio

> **conformazione** del bene

- tipologia strutturale
- dati dimensionali

> **uso** del bene

- grado di utilizzo
- accessibilità

**.A.**

**1. georeferenziazione**

da MODULO 0

coordinata x	—
coordinata y	—
sistema di riferimento	—

toponomastica

dati catastali

**2. localizzazione**

campi

ambito territoriale	definizione unità strutturale per gli aggregati edilizi
- centro urbano	- isolato
- centro extraurbano	- di testata
- complesso isolato	- d'angolo
- ...	- contiguo
	- ...

caratteristiche ambientali <b>GEOGRAFICHE</b>	caratteristiche ambientali <b>ANTROPICHE</b>
il bene è prossimo a:	il bene è prossimo a:
- fiume/lago	- complesso industriale
- mare	- viabilità primaria
- ...	- ...

caratteristiche orografiche	pendenza del terreno
- in piano	- < 15 %
- su cresta	- tra 15% e 30%
- su dirupo	- ...
- ...	

caratteristiche geomorfologiche

- S1
- S2
- su corpi franosi
- ...

**3. accessibilità**

campi

accessibile	—
inaccessibile: per cause intrinseche al bene	—
per cause estrinseche al bene	—

**4. caratteristiche dimensionali**

da lista

superficie coperta	—
altezza gronda	—
n° piani entroterra	—
n° piani fuori terra	—
eidotipo	

**5. stato di utilizzo**

campi

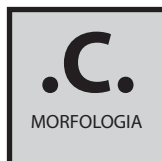
abbandonato	—
utilizzato in parte	—
utilizzato	—
visitabile a scopo turistico	—

**5b. destinazione d'uso**

da MODULO 0

> COLLEGAMENTI LOGICI





il modulo **C - morfologia degli elementi** consente di scomporre la fabbrica nei singoli elementi strutturali individuandoli a livello planimetrico mediante un codice alfanumerico.

**V** - elementi portanti verticali

**O** - orizzontamenti e coperture

**PO** - elementi portanti orizzontali (solo nel caso di rilievo analitico)

**S** - collegamenti verticali

Per ogni elemento così codificato vengono descritte la morfologia, la tipologia costruttiva e le qualità materiche secondo due livelli di approfondimento (speditivo o analitico)

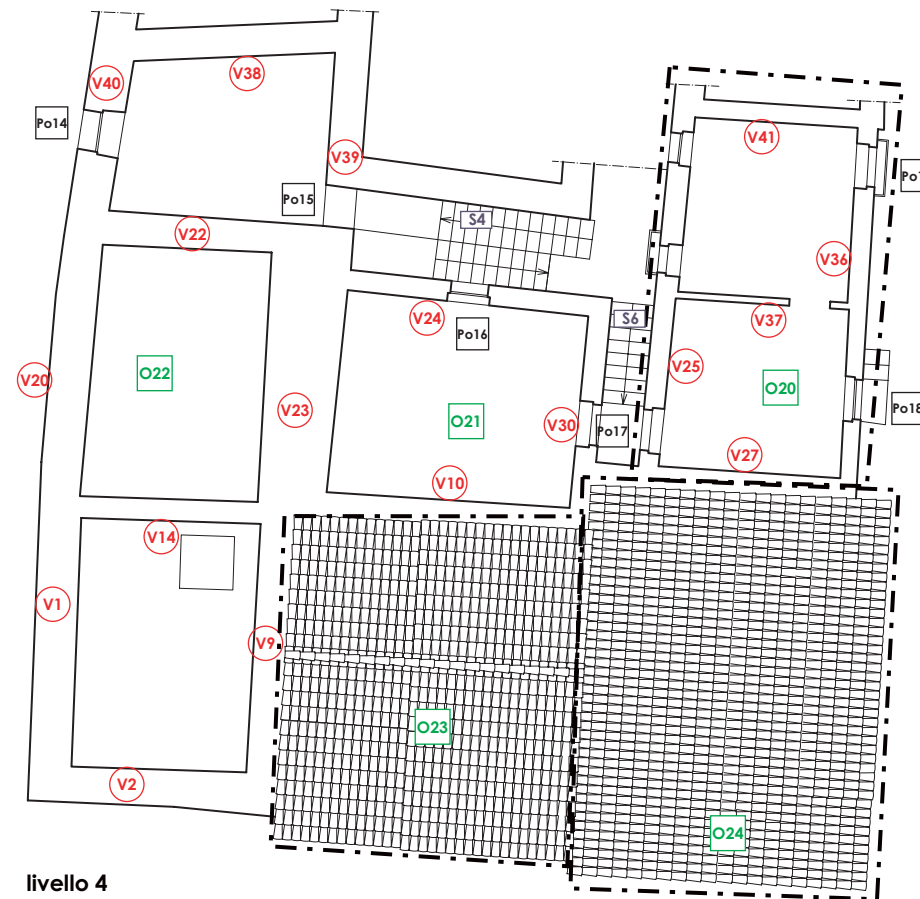
I vocabolari di base sono solo indicativi e saranno costruiti in modo specifico per ogni regione

### **Modulo speditivo**

- codifica dell'elemento
- morfologia
- tipologia

### **Modulo analitico**

- tecnica costruttiva
- materiali



**CODIFICA ELEMENTI**

**V. portanti verticali**

**O. orizzontamenti e coperture**

**S. collegamenti verticali**

**Po. portanti orizzontali**



SEZIONE SPEDITIVA

SEZIONE ANALITICA

1. elemento

da lista

- V - portanti verticali
- O - orizzontamenti e coperture
- S - collegamenti verticali

codice

- Vn
- On
- Sn

2. ispezionabilità

campi

- ispezionabile
- non ispezionabile
- parzialmente isp.

—

—

—

3. morfologia

da lista

- V - lista
- puntiforme/pilastro
  - puntiforme/colonna
  - continuo

O - lista

- piano
- inclinato
- resistente per forma

S - lista

- rampa semplice rettilinea
- rampa multipla rettilinea
- rampa curva
- rampa elicoidale

codice

- POn

- PO - lista
- orizzontali
  - curvi

4. tipologia

da lista

V - lista

- portante in blocchi
- portante in laterizio
- tamponatura in blocchi
- tamponatura in laterizio
- tamponatura in pannelli

O - lista

- solaio a orditura semplice
- soletta
- volta a botte
- volta a crociera
- cupola emisferica
- ...

S - lista

- travi e gradini in legno
- su volta a botte
- su volta rampante
- ...
- ...

PO - lista

- arco a tutto sesto
- piattabanda
- architrave

5. tecnica costruttiva

da lista

V - lista

- a secco
- con malta a tre teste
- ...
- ...
- ...

O - lista

- in laterocemento
- putrelle e voltine
- blocchi squadriati
- a concrezione
- ...

S - lista

- STRUTTURA PORTANTE
- travi lignee
  - travi in acciaio
  - volta rampante
  - ...

GRADINI

- appoggiati
- a sbalzo
- ...
- ...

PO - lista

- in laterizio
- in blocchi squadriati
- monolitico in pietra

6. materiali

da lista

lista

- cls
- cls armato
- pietra
- legno
- ...

7. parametri meccanici

da MODULO G

parametri meccanici dei materiali ottenuti da indagini diagnostiche eseguite sulla fabbrica o su casi comparabili

$\gamma_n$  = resistenza media a compressione  
 $T_0$  = resistenza media a taglio  
 $E$  = valore medio di elasticità normale  
 $G$  = valore medio di elasticità tangenziale  
 $W$  = peso specifico medio



> COLLEGAMENTI LOGICI

DOCUMENTAZIONE  
GRAFICA ESISTENTE

**.D.** STATO DI  
CONSERVAZIONE

**.F.** INTERVENTI  
PREGRESSI

**.I.** GEOMETRIA



**SEZIONE SPEDITIVA**

**1. elemento**

da lista ▼

- V - portanti verticali
- O - orizzontamenti e coperture
- S - collegamenti verticali

**codice**

- Vn
- On
- Sn

**2. ispezionabilità**

campi

- ispezionabile
- non ispezionabile
- parzialmente isp.

- 
- 
- 

**3. finiture**

da lista ▼

**V - lista**

- intonaco
- rivestimento lapideo
- rivestimento ligneo
- ...

localizzazione

- interno
- esterno

**O - lista**

- controsoffitto
- rivestimento lapideo
- rivestimento ligneo
- ...

localizzazione

- intradosso
- estradosso

**S - lista**

- rivestimento in legno
- rivestimento in laterizi
- ...
- ...

localizzazione

- intradosso
- estradosso

**4. elementi di pregio**

da lista ▼

elementi mobili

- arazzo
- dipinto mobile
- statua
- ...

elementi immobili

- lapide
- altare
- modanature
- ...

**8b. posizione**

- interno -
- esterno -

**8c. tipologia**

- semplice -
- composto -

**SEZIONE ANALITICA**

**5. t. costruttiva FINITURE**

da lista ▼

**V - lista**

- monostrato
- a marmorino
- a piastrelle
- ...

**O - lista**

- incannucciato
- a piastrelle
- a doghe
- ...

**S - lista**

- mattoni a coltello
- parquet
- ...
- ...

**C - lista**

- tegole alla marsigliese
- coppi e canali
- ...
- ...

**6. t. costruttiva EL. PREGIO**

da lista ▼

elementi mobili

- ferro battuto
- dipinto ad olio
- intarsio
- ...

elementi immobili

- affresco
- a stucco
- ...

**6. materiali**

da lista ▼

lista

- marmo proconnesio
- ceramica
- ...
- ...



il modulo **D - stato di conservazione**, richiamando la codifica degli elementi strutturali elaborata nel modulo C, descrive il livello di danno delle strutture e delle superfici secondo due criteri:

- qualitativo, descrivendo i fenomeni secondo vocabolari codificati
- semi-quantitativo, descrivendo sinteticamente l'entità del danneggiamento

Per quanto riguarda la descrizione **qualitativa** sono definiti specifici vocabolari relativi al dissesto e al degrado materico delle **strutture**, nonché al degrado delle **superfici** e degli **elementi di pregio**.

Per definire invece l'**entità del danno** sono stati individuati tre livelli - **danno lieve, danno serio, danno grave** - codificati differientemente in relazione alla tipologia dell'elemento.



Tali valutazioni vengono correlate mediante la graficizzazione sulla planimetria, già utilizzata per la codifica degli elementi, dei punti danneggiati, distinta da una colorazione che ne caratterizza la gravità.  
( ● :grave, ● :serio, ● :lieve)

In tal modo è possibile mettere in relazione l'eventuale concentrazione o diffusione degli elementi danneggiati con la tipologia del manufatto, con la geometria dell'elemento o con situazioni di rischio territoriale.

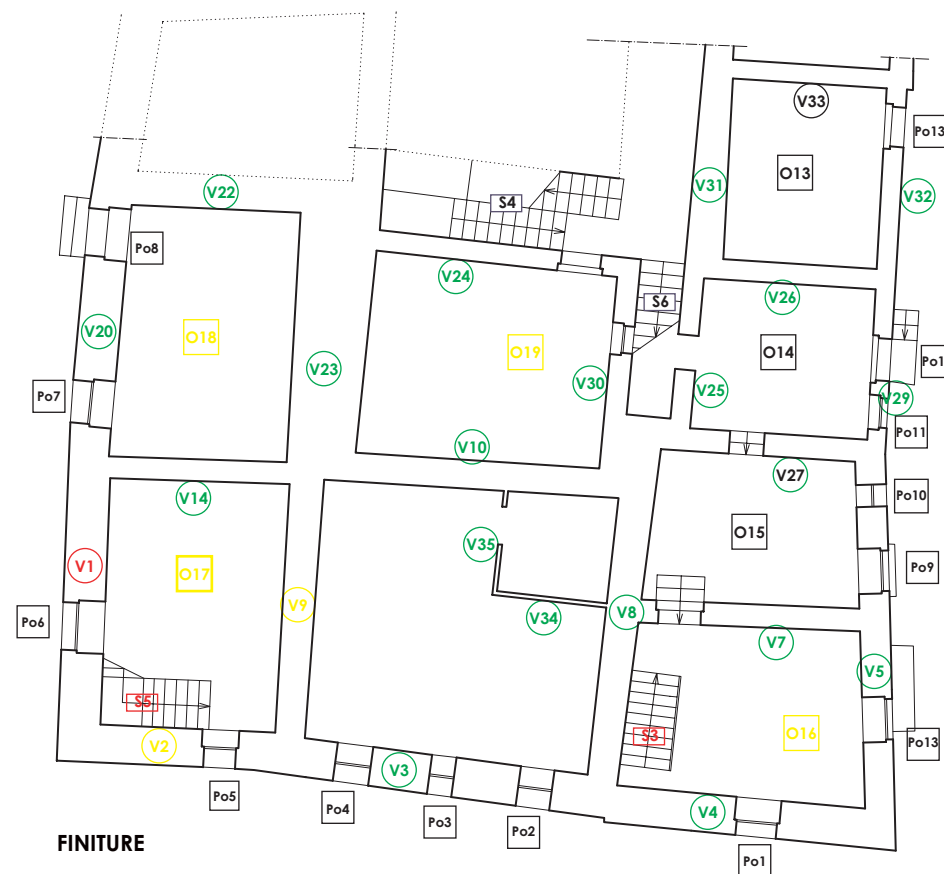
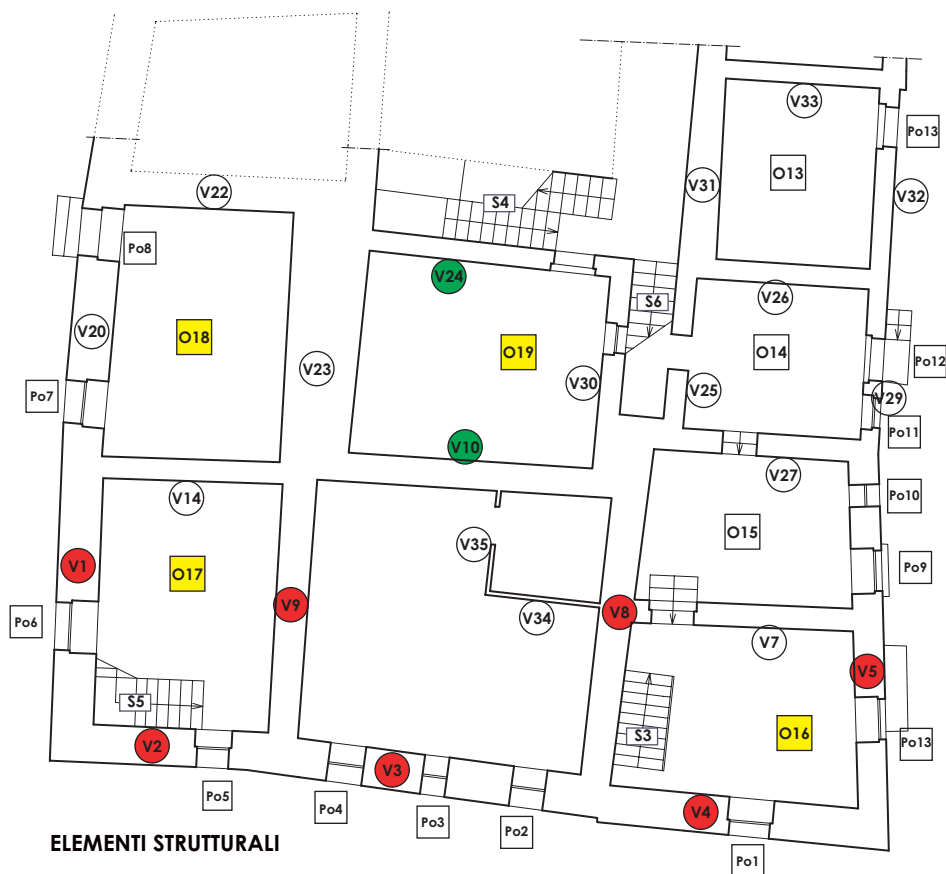
Il modulo D consente due livelli di approfondimento:

> **Modulo speditivo**

- morfologia del danno
- entità del danno

> **Modulo analitico**

- progressione del danno
- cause
- analisi dei nodi



**CODIFICA ELEMENTI**

V. portanti verticali  
O. orizzontamenti e coperture  
S. collegamenti verticali  
Po. portanti orizzontali

**DANNO SU STRUTTURE**

● danno grave  
● danno serio  
● danno lieve  
● danno non valutabile

**DANNO SU FINITURE**

○ danno grave  
○ danno serio  
○ danno lieve  
○ danno non valutabile

**.D.**

SEZIONE SPEDITIVA

**DANNO STRUTTURALE**

1. elemento

da MODULO C

V O S

riepilogo dei dati morfologici e dei dati relativi ai materiali

2. danno STRUTTURALE

per elemento

PANNELLI MURARI

FUORI PIOMBO  CROLLO

SPANCIAMENTO

TRASLAZIONE VERTICALE

TRASLAZIONE ORIZZONTALE

STRUTTURE RESISTENTI PER FORMA

FORMAZIONE DI CERNIERE  1  2  3

CROLLO

ORIZZONTAMENTI

DEVIAZIONE GEOMETRIA

TRASLAZIONE ORIZZONTALE

TRASLAZIONE VERTICALE  F/L > 1/300

INFLESSIONE  F/L > 1/200

CROLLO  F/L >> 1/200

STRUTTURE IN LEGNO ARTICOLATE

ROTTURA FRAGILE

ROTAZIONE

INFLESSIONE

CROLLO

2b. ATTENDIBILITÀ del dato

campi

in relazione all'accessibilità

- accessibile  
- inaccessibile per cause intrinseche al bene  
- inaccessibile per cause estrinseche al bene  
- visibilità diretta

in relazione all'ispezionabilità

- elemento intonacato  
- elemento a vista  
- elemento con rivestimento  
- ...

3. entità del danno

campi

grave   
serio   
lieve   
non valutabile

VEDI SCHEMI DEI CINEMATISMI E DEI MECCANISMI DI COLLASSO - Approfondimenti 1-8

**DANNO MATERICO**

4. danno MATERICO

per elemento

STRUTTURE MURARIE fessurazioni

superficiale   
passante   
lesioni diffuse

distacco   
disgregazione   
erosione   
corrosione   
degrado dei giunti

STRUTTURE IN LEGNO SEMPLICI e ARTICOLATE

marcescenza   
rosume   
attacco biotico   
schacciamento fibre

5. estensione

campi

< 30%   
30<>60%   
> 60%

- %   
- %   
- %   
- %   
- %

- %   
- %   
- %   
- %

6. entità

campi

- lieve x < 30 %  
- serio 30 < x < 60 %  
- grave x > 60 %

> COLLEGAMENTI LOGICI

**.E.** GEOMETRIA

**.F.** INTERVENTI PREGRESSI

**.P.** INDAGINI DIAGNOSTICHE

DOCUMENTAZIONE GRAFICA ESISTENTE

**.D.**

**SEZIONE ANALITICA**

**1. elemento**

da MODULO C ▼

V O S C

F PO

**2. danno strutturale**

▼

**4. danno materico**

▼

**8. cause del danno**

campi ▼

**8a. intrinseche**

umidità	—
cicli termici	—
deflusso acque meteoriche	—
vegetazione	—
non valutabile	—

**8b. estrinseche**

eventi sismici	—
frane/alluvioni	—
scoppi/incendi	—
azioni antropiche	—
non valutabile	—

**9. analisi dettagli strutturali**

campi ▼

- nodi delle strutture multiasta
- collegamento fra pareti ortogonali
- collegamento fra solai e pareti

- presenza di cordoli di piano
- architravi con resistenza flessionale

- elementi strutturali spingenti
- catene, ritegni, contrafforti
- presenza di elementi ad elevata vulnerabilità

N.B.:  
il sistema richiama gli elementi connessi a quello in esame per valutare la presenza e l'efficacia delle ammorsature

EFFICIENZA

S/N
S/N
S/N

**10. interazioni unità strutturali**

campi ▼

- lista elementi contigui
---------------------------

- grado di vincolo agli elementi contigui
- azioni degli elementi contigui

> COLLEGAMENTI LOGICI

**.A.** CARATTERISTICHE GENERALI

**.E.** GEOMETRIA

**.F.** INTERVENTI PREGRESSI

**.G.** INDAGINI STORICHE

DOCUMENTAZIONE GRAFICA ESISTENTE

**.D.**

**SEZIONE SPEDITIVA**

**1. elemento**

da MODULO C

**1b. tipologia**

da MODULO C

- interno
- esterno
- intradosso
- estradosso

**2. morfologia del danno**

da lista

- lista
- alterazioni cromatiche
  - depositi
  - distacchi
  - disgregazioni
  - lacune
  - patina biologica
  - vegetazione infestante
  - marcescenza
  - fessurazioni
  - ...

**3. estensione**

campi

% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—
% superficie	—

**4. diffusione**

campi

- danno diffuso
- danno concentrato

**5. ATTENDIBILITÀ del dato**

campi

- in relazione all'accessibilità
- accessibile
  - inaccessibile per cause intrinseche al bene
  - inaccessibile per cause estrinseche al bene
  - visibilità diretta

**4. entità del danno**

campi

alterazione	—	lieve	—
degrado	—	serio	—
perdita	—	grave	—

**NB:**  
**alterazione:** fenomeno che modifica l'aspetto dell'elemento ma non ne compromette lo stato di conservazione  
**degrado:** fenomeno che modifica l'aspetto e la composizione chimico-fisica dell'elemento compromettendone lo stato di conservazione  
 lieve se x < 30 % della superficie  
 serio se 30 < x < 60 % della superficie  
 grave se x > 60% della superficie  
**perdita:** grave fenomeno di degrado che comporta la perdita di parti dell'elemento  
 serio se x < 30 % della superficie  
 grave se x > 30% della superficie

specifici componenti

1	—
2	—
...	—

**SEZIONE ANALITICA**

**5. cause**

campi

non rilevabili	—
azioni antropiche	—
umidità	—
agenti atmosferici	—
agenti biologici	—
usura	—
...	—

> COLLEGAMENTI LOGICI

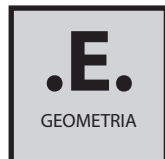
**.A.** parametri di pericolosità ambientale

**DOCUMENTAZIONE GRAFICA ESISTENTE**

**.E.** GEOMETRIA

**.F.** INTERVENTI PREGRESSI

**.G.** INDAGINI STORICHE



Il **modulo E - geometria**, contiene i dati relativi alle rilevazioni effettuate tramite Scanner Laser.

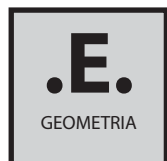
La scansione laser 3d consente l'acquisizione di **dati metrici** ed **assetti deformati** per mezzo di un apparato di rilevamento a raggi laser.

Per scansire un intero oggetto, il sensore deve visualizzarne la superficie da un sufficiente numero di punti di vista. L'insieme dei dati relativi ai diversi punti di vista viene registrato in un'unica struttura caratterizzate da coordinate definite da un rilievo topografico.

Il risultato è una "**nuvola di punti tridimensionale**" in grado di riprodurre esattamente, sia dal punto di vista geometrico che cromatico, l'oggetto analizzato.

Tra le potenzialità della scansione laser si possono evidenziare:

- la capacità di produrre misure sull'intera superficie di rilievo senza contatto fisico
- l'insieme dei dati può essere creato in modo estremamente rapido e sul campo (possono essere realizzate nuvole da 100.000 punto al minuto e con densità di maglia anche inferiore al millimetro)
- la possibilità di associare alla misurazione geometrica la ripresa di immagini digitali, godendo inoltre di una notevole quantità di punti di appoggio per la redazione dei fotopiani.



In relazione al presente **progetto di monitoraggio**,  
il rilievo per nuvole di punti consente:

- di navigare all'interno del modello realizzato, effettuando **misurazioni, sezioni verticali ed orizzontali**, senza dover necessariamente realizzare le restituzioni vettoriali dell'intera nuvola
- di verificare i dati dimensionali del bene e di verificare l'attendibilità dei rilievi esistenti
- di **verificare profili e deformate** degli elementi strutturali (fuori piombo e spanciamenti, inflessioni dei solai, traslazioni nel piano di pannelli murari).
- di **monitorare** con notevole precisione (attraverso la reiterazione nel tempo delle scansioni), lo **stato di conservazione di superfici** e materiali, e di **verificare il progredire di deformazioni, cinematismi e fenomeni di dissesto** che interessano il bene.

**.E.****ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI**

UN APPOSITO SOFTWARE, SPECIFICO PER CIASCUN MODELLO DI SCANNER, EFFETTUATE LE NECESSARIE COMPENSAZIONI, PERMETTE ALL'UTENTE DI

- NAVIGARE ALL'INTERNO DELLA NUVOLA DI PUNTI OTTENUTA
- EFFETTUARE DIRETTAMENTE LE MISURAZIONI
- ESPORTARE PORZIONI DI PUNTI, IN FORMATO COMPATIBILE CON I DIVERSI SOFTWARE DI DISEGNO

CONSENTENDO DI ANALIZZARE E VERIFICARE NEL TEMPO

**CARATTERISTICHE GENERALI  
DEL MANUFATTO**

- DATI DIMENSIONALI
- LOCALIZZAZIONE

MODULO

**.A.****MORFOLOGIA  
DEL MANUFATTO**

- SINGOLI ELEMENTI STRUTTURALI
- FINITURE/ELEMENTI DI PREGIO

MODULO

**.C.****STATO DI CONSERVAZIONE  
DEL MANUFATTO**

- DISSESTO E DEGRADO STRUTTURE
- DEGRADO DELLE SUPERFICI

MODULO

**.D.**



Il **modulo F** analizza gli eventuali interventi subiti dagli elementi strutturali del singolo bene, esprimendo una valutazione sull'efficacia dell'intervento medesimo.

Anch'esso è diviso nelle sezioni **speditiva** e **analitica**.

SEZIONE SPEDITIVA (osservazione diretta)

> **tipo di intervento**

- strutturale
- sulle superfici
- sull'assetto distributivo

> **efficacia dell'intervento**

SEZIONE ANALITICA (documentazione storica - saggi)

> **data - epoca** dell'intervento

> **fonte**

- osservazione diretta, documentazione storica, ...

> altre modificazioni **non direttamente visibili**

**.F.**

**SEZIONE SPEDITIVA - osservazione diretta**

**1. elemento**

da MODULO C ▼

**2. tipo di intervento**

da lista ▼

**3. efficacia intervento**

campi ▼

**2a. strutture**

lista

- sostituzione solai
- cordoli in c.a.
- scuci cucì
- apertura vani
- ...

**2b. superfici**

lista

- puliture
- integrazioni
- sostituzioni
- ...

**2c. distributivo**

lista

- aggiunta tramezzi
- demolizione tramezzi
- ...

buona	_
sufficiente	_
non più sufficiente	_
intervento nocivo	_

NB:

buona:  
l'intervento è ancora efficace

sufficiente:  
l'intervento pur avendo perso efficacia rallenta il degrado/dissesto dell'elemento

non più sufficiente:  
l'intervento ha perso funzionalità

intervento nocivo:  
intervento che è necessario eliminare

**SEZIONE ANALITICA - documentazione storica / saggi**

**4. data - epoca**

campi ▼

anno	_
secolo	_
frazione di secolo	_
periodo	_

**5. fonte**

campi ▼

- doc. fotografica storica	_
- doc. archivistica	_
- ...	_

**6. altre modificazioni**

campi ▼

- colonne inglobate	_
- demolizioni	_
- ...	_

NB:  
tutti quegli interventi non direttamente rilevabili

> COLLEGAMENTI LOGICI

**.D.** STATO DI CONSERVAZIONE

**.G.** INDAGINI STORICHE

**.I.** INDAGINI DIAGNOSTICHE

DOCUMENTAZIONE GRAFICA ESISTENTE



Il **modulo G** attraverso ricerche storiche e di archivio complementari al rilievo in situ, mira a ricostruire la storia meccanica dell'edificio, e a determinare tutti quegli interventi che hanno modificato il bene, individuando:

- > precisazioni sulle fasi costruttive della fabbrica ed epoca di realizzazione di eventuali **modifiche strutturali**
  - materiali e tecniche utilizzati in origine
- > **danni gravi** subiti in passato
  - eventi sismici
- > originaria presenza di **elementi e finiture di pregio**
- > diverse **destinazioni d'uso** del bene
- > **interventi pregressi** che richiedano ulteriori analisi (**modulo F**)
- > **analisi documentale delle indagini diagnostiche** eseguite su materiali e tecniche costruttive presenti nella fabbrica o in casi comparabili

## MODULI DI VALUTAZIONE

---

programma di conoscenza

1-2

modulo B

B1/B4

modulo M1

M1/M4

modulo M2

M5/M9

modulo M3

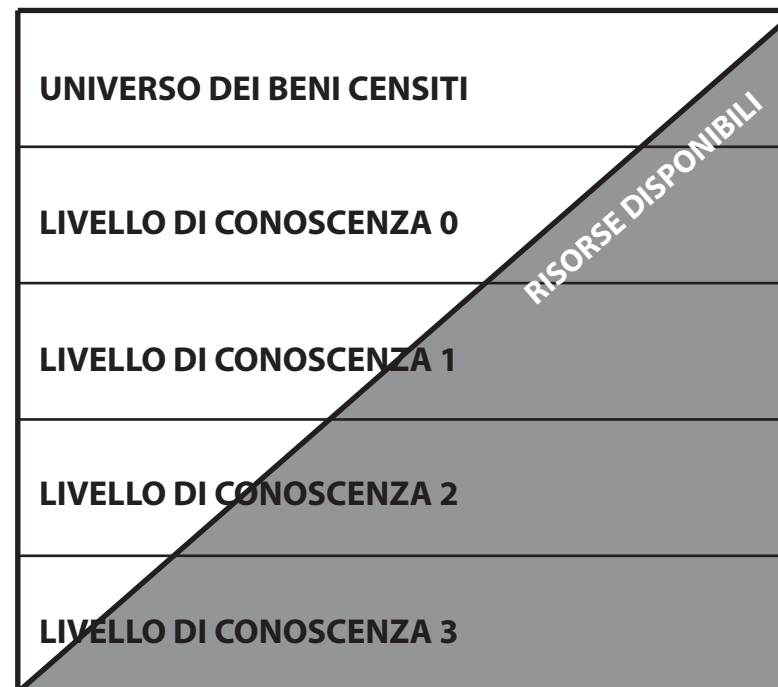
M10/M11

MODULO DI VALUTAZIONE	LIVELLI DI CONOSCENZA	OBIETTIVI	MODULI SCHEDOGRAFICI	VALUTAZIONE DEL RISCHIO	
.B.	<b>PRIMO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE IDENTIFICATIVA	Identificazione e georeferenziazione del bene Raccolta di dati ambientali	.O. .A.	SCREENING STATISTICO	PRIORITA' DI AZIONE  alta media bassa
				PRIMO MODELLO INTERPRETATIVO  ATTENDIBILITA' 1	RISCHIO  alto medio basso
valutazione della progressione del danno: <b>MONITORAGGIO</b>					
.M. 1	<b>SECONDO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE QUALITATIVA	Schede speditive ed analitiche Rilievo diretto Stima qualitativa del danno	.C. .D.	SECONDO MODELLO INTERPRETATIVO  ATTENDIBILITA' 2	RISCHIO  alto medio basso
				valutazione della progressione del danno: <b>MONITORAGGIO</b>	
.M. 2	<b>TERZO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE ANALITICA	Compilazione di Moduli schedografici di approfondimento. Rilievo con strumenti manuali ed elettronici (scansione laser). Stima qualitativa e quantitativa del danno. Verifica dei meccanismi locali di danno, attraverso l'analisi limite dell'equilibrio	.E. .F. .G. .H. .I.	TERZO MODELLO INTERPRETATIVO  ATTENDIBILITA' 3	RISCHIO  alto medio basso
				valutazione della progressione del danno: <b>MONITORAGGIO</b>	
.M. 3	<b>QUARTO LIVELLO DI CONOSCENZA</b> FASE NUMERICA	Verifica dei meccanismi globali di danno e collasso		valutazione della progressione del danno: <b>MONITORAGGIO</b>	

Il progetto presuppone di pianificare i livelli di indagine in relazione al livello di conoscenza che si vuole raggiungere, tenendo conto delle priorità e delle risorse disponibili.

L'obiettivo finale è quello di raggiungere su tutti gli edifici il massimo livello di conoscenza.

Tale obiettivo si attua progressivamente nel tempo, in relazione alla disponibilità delle risorse.



**.B.**

Nel modulo **B - screening statistico** vengono elaborate delle tabelle di sintesi, come report automatici del sistema informativo, che permettono una valutazione del rischio territoriale di tipo statistico, allo scopo di fare una prima valutazione della priorità di azione sul territorio.

> **a scala del singolo ente territoriale**

(regioni, province, comuni, comunità montane, ...)

- definizione della distribuzione statistica dei beni nelle diverse aree di pericolosità territoriale (**TABELLA B.01**)
- comparazione dei dati relativi alla pericolosità territoriale con quelli relativi alle caratteristiche generali dell'edificio (localizzazione, caratteristiche dimensionali, stato di utilizzo e accessibilità) (**TABELLA B.02**)
- definizione della **scala delle priorità** di analisi

> **a scala del singolo edificio (TABELLA B.03)**

- individuazione degli indici di pericolosità territoriale
- raffronto con i fattori di vulnerabilità
- definizione a livello amministrativo delle priorità di azione
- definizione del programma di conoscenza in relazione alle priorità individuate



**.B.**

TAB.B.02

COMUNE

PERICOLOSITA' TERRITORIALE		fattori estrinseci di VULNERABILITA' <b>.A.</b>							
TEMATISMI		NUMERO DI BENI A RISCHIO	LOCALIZZAZIONE			STATO DI UTILIZZO			
			ambito territoriale	caratteristiche ambientali	caratteristiche orografiche	caratteristiche geomorfologiche	utilizzato	non utilizzato	non accessibile
carte t. nazionali	zonazione SISMICA		N						
	dissesto IDROGEOLOGICO								
	concentrazione ANTROPICA								
carte tematiche locali	PIANI TERRITORIALI								
	MICROZONAZIONE SISMICA								
	....								
	....								

N: numerodi beni per ogni categoria rilevata nel modulo A



TAB.B.03

SINGOLO BENE

BENE X		fattori di VULNERABILITA'		livello TECNICO AMMINISTRATIVO	
fattori di VULNERABILITA'	<b>LOCALIZZAZIONE:</b> <b>1. georeferenziazione</b> da MODULO 0	<b>TEMATISMI</b>	<b>INDICI DI PERICOLOSITA'</b>	<b>PRIORITA' DI AZIONE</b>	<b>AZIONI</b>
	<b>2. localizzazione</b> campi	sismico		da definire in base alla pericolosità territoriale e ai fattori di vulnerabilità  ALTA MEDIA BASSA	LEGISLAZIONE
	<b>CONFORMAZIONE:</b> <b>3. accessibilità</b> da lista	idrogeologico			PIANIFICAZIONE
	<b>4. caratteristiche dimensionali</b> da lista	subsidenza			<b>PROGRAMMA DI CONOSCENZA</b>
	<b>USO:</b> <b>5. stato di utilizzo</b> campi	dinamica dei litorali			INTERVENTI
	<b>6. destinazione d'uso</b> campi	pressione demagogica			GESTIONE
		pressione turistica			
	inquinamento				



Nel modulo di valutazione M1 - primo modello interpretativo vengono riassunte ed incrociate le informazioni relative alle caratteristiche materiche e tecnologiche della fabbrica con il suo stato di conservazione. Ne deriva una tabella di vulnerabilità (**M1.01.strutture, M1.02.finiture, M1.03.elementi di pregio**) che contiene:

> riepilogo dei dati di **pericolosità territoriale**

> caratteristiche **materiche e costruttive**

- tipologia dell'elemento
- tecnica costruttiva

> **elementi strutturali ed elementi di pregio danneggiati**

- verifica qualitativa del danno e percentuale degli elementi danneggiati
- diffusione del danno
- attendibilità del dato (visibilità, accessibilità dell'elemento)

RIEPILOGO DATI DI PERICOLOSITA'



ZONAZIONE SISMICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO - CONCENTRAZIONE ANTROPICA - MICROZONAZIONE SISMICA - PIANI TERRITORIALI

**TABELLA M1.01 - ELEMENTI STRUTTURALI**

ELEMENTI	.C. MORFOLOGIA		.D. STATO DI CONSERVAZIONE						ESTENSIONE	ATTENDIBILITA'
	TIPOLOGIA DELL'ELEMENTO	TECNICA COSTRUTTIVA	DANNO STRUTTURALE			DANNO MATERICO				
			LIEVE	SERIO	GRAVE	LIEVE	SERIO	GRAVE		
<b>ELEMENTI VERTICALI</b>										
V1									*	**
V2										
Vn										
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>										
<b>ELEMENTI ORIZZONTALI</b>										
O1										
O2										
On										
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>										
<b>ELEMENTI PORTANTI ORIZZONTALI</b>										
PO1										
PO2										
POn										
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>										
<b>COLLEGAMENTI VERTICALI</b>										
V1										
V2										
Vn										
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>										

\* : danno diffuso oppure concentrato in una porzione dell'elemento

\*\* : attendibilità del dato in relazione all'accessibilità del bene ed all'ispezionabilità dell'elemento

RIEPILOGO DATI DI PERICOLOSITA'



ZONAZIONE SISMICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO - CONCENTRAZIONE ANTROPICA - MICROZONAZIONE SISMICA - PIANI TERRITORIALI

**TABELLA M1.02 - FINITURE - ELEMENTI DI PREGIO**

ELEMENTI	.C. MORFOLOGIA		.D. STATO DI CONSERVAZIONE								
	TIPOLOGIA DELL'ELEMENTO	TECNICA COSTRUTTIVA	ALTERAZIONE		DEGRADO			PERDITA		DIFFUSIONE	ATTENDIBILITA'
			LIEVE		LIEVE	SERIO	GRAVE	SERIO	GRAVE		
<b>ELEMENTI VERTICALI</b>											
V1										*	**
V2											
Vn											
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>											
<b>ELEMENTI ORIZZONTALI</b>											
O1											
O2											
On											
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>											
<b>ELEMENTI PORTANTI ORIZZONTALI</b>											
PO1											
PO2											
POn											
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>											
<b>COLLEGAMENTI VERTICALI</b>											
V1											
V2											
Vn											
<b>TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI</b>											

\* : danno diffuso oppure concentrato in una porzione dell'elemento

\*\* : attendibilità del dato in relazione all'accessibilità del bene



1. PERICOLOSITA' TERRITORIALE

.B.

TAB.B.03 SINGOLO BENE

BENE X	fattori di VULNERABILITA'	INDICI DI PERICOLOSITA'	livello TECNICO AMMINISTRATIVO	AZIONI
<b>fattori di VULNERABILITA'</b> LOCALIZZAZIONE: 1. georeferenziazione da MODULO 0 2. localizzazione Campi LOCALIZZAZIONE: 3. accessibilità da lista 4. caratteristiche dimensionali da lista USO: 5. stato di utilizzo Campi 6. destinazione d'uso Campi	<b>TEMATISMI</b> sismico idrogeologico subsidenza dinamica dei litorali pressione demagogica pressione turistica inquinamento		da definire in base alla pericolosità territoriale e ai fattori di vulnerabilità  ALTA MEDIA BASSA	<b>PROGRAMMA DI CONOSCENZA</b>  LEGISLAZIONE  PIANIFICAZIONE  INTERVENTI  GESTIONE

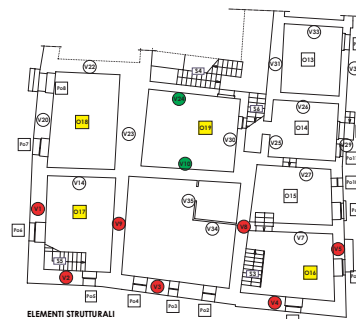
2. VULNERABILITA'

RIEPILOGO DATI DI PERICOLOSITA' .B. ZONAZIONE SISMICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO - CONCENTRAZIONE ANTROPICA - MICROZONAZIONE SISMICA - PIANI TERRITORIALI

ELEMENTI	M1.02 - FINITURE - ELEMENTI DI PREGIO		STATO DI CONSERVAZIONE						DIFFUSIONE	ATTENDIBILITA'
	.C. MORFOLOGIA TIPOLOGIA DELL'ELEMENTO	TECNICA COSTRUTTIVA	ALTERAZIONE		DEGRADO		PERDITA			
			LIEVE	SERIO	LIEVE	SERIO	SERIO	GRAVE		
ELEMENTI VERTICALI										
V1									*	**
V2										
Vn										
TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI										
ELEMENTI ORIZZONTALI										
O1										
O2										
On										
TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI										
ELEMENTI PORTANTI ORIZZONTALI										
PO1										
PO2										
POn										
TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI										
COLLEGAMENTI VERTICALI										
V1										
V2										
Vn										
TOTALE ELEMENTI DANNEGGIATI										

3. LOCALIZZAZIONE E DIFFUSIONE DEL DANNO

- diffuso su tutto l'edificio
- circoscritto ad una porzione di elementi
- concentrato su determinati elementi strutturali
- localizzato in punti notevoli (angolate, muri di spina, facciate)



4. GIUDIZIO SINTETICO COMPLESSIVO

.....

5. VALUTAZIONE DI ATTENDIBILITA'

.....

6. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

ALTO  
MEDIO  
BASSO



Nel **modulo di valutazione M2 - secondo modello interpretativo**, si valutano i dati provenienti dai moduli schedografici di approfondimento, anche in relazione a quanto proveniente dal primo modello interpretativo.







Alla stima qualitativa si aggiunge quella quantitativa del danno

Lo scopo è quello di determinare i possibili meccanismi resistenti ed i possibili meccanismi di danno locali.

Al secondo modello interpretativo corrisponde una **attendibilità 2** in relazione alla qualità e quantità dei dati acquisiti ed alla esaustività del modello stesso.



TABELLA M2.01

<div style="text-align: center;">                       GEOMETRIA                 </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">                       MORFOLOGIA                 </div> <div style="text-align: center;">                       INDAGINI                 </div> </div>	<div style="text-align: center;">                       IMPIANTI                 </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">                       INTERVENTI PREGRESSI                 </div> <div style="text-align: center;">                       INDAGINI STORICHE                 </div> </div>
<p style="text-align: center;"><b>INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI NOTEVOLI</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CONOSCENZA STORICA</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>DEFINIZIONE DEL PROFILO DELLE DEFORMATE PER SEZIONI VERTICALI ED ORIZZONTALI SIGNIFICATIVE</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>QUALITA' TECNICO-COSTRUTTIVA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>TIPOLOGIE TRACCIATI EFFICIENZA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>TRASFORMAZIONI STORICHE FASI COSTRUTTIVE INTERVENTI PREGRESSI SU STRUTTURE E SUPERFICI</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>POSIZIONE SPAZIALE DI PUNTI SIGNIFICATIVI</b></p>			







**VALUTAZIONE DEL MOLTIPLICATORE MINIMO  
DI COLLASSO DI EDIFICIO A DUE LIVELLI E MURO DI CONTROVENTO**

**Determinazione del coefficiente di collasso**

Nel caso di edifici a più piani, lo schema statico si modifica nel modo rappresentato di fianco (due piani). Si possono avere tanti cinematismi di rotazione quante sono le pareti.

Le formule qui riportate, si riferiscono al calcolo del momento stabilizzante e del momento ribaltante per il caso che vede tutte le pareti ruotare solidamente attorno alla cerniera posta alla base dell'edificio.

Si può notare che la valutazione del collasso della sola parete superiore si effettua con il procedimento indicato per la parete singola.

$$M_r = c \left[ P_1 \frac{b_1}{2} + P_2 \frac{b_2}{2} + N_1 d_1 + N_2 d_2 \right]$$

$$M_r = c \left[ P_1 \frac{h_1}{2} + N_1 h_1 + P_2 \left( h_1 + \frac{h_2}{2} \right) + N_2 (h_1 + h_2) \right]$$

$$c = \frac{P_1 \frac{b_1}{2} + P_2 \frac{b_2}{2} + N_1 d_1 + N_2 d_2}{P_1 \frac{h_1}{2} + N_1 h_1 + P_2 \left( h_1 + \frac{h_2}{2} \right) + N_2 (h_1 + h_2)}$$



Nel **modulo di valutazione M3 - terzo modello interpretativo**, si verificano numericamente le valutazioni espresse nei precedenti moduli **M1** ed **M2**.

La verifica dei meccanismi di danno e di collasso viene estesa a **tutto l'organismo strutturale**.

La valutazione della sicurezza andrà eseguita con riferimento al **comportamento sismico globale**.

**MODELLI DI VALUTAZIONE****pressoflessione nel piano**

$$M_u = (l^2 t \sigma_0 / 2) (l - s_0 / 0.85 f_d)$$

dove:  $M_u$  è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione  
 $l$  è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa)  
 $t$  è lo spessore della zona compressa della parete  
 $\sigma_0$  è la tensione normale media riferita all'area totale della sezione (=  $P/l$ , con  $P$  forza assiale positiva se di compressione)  
 Se  $P$  è di trazione,  $M_u = 0$

$f_d = f_k / \gamma_u$  è la resistenza a compressione di calcolo della muratura

In caso di analisi statica non lineare, la resistenza a pressoflessione potrà essere calcolata ponendo  $f_d$  pari al valore medio della resistenza a compressione della muratura, mentre lo spostamento ultimo potrà essere pari allo 0.8% dell'altezza del pannello.

**taglio**

$$V_t = (l' t f_{vd})$$

dove:  $l'$  è la lunghezza compressa della parete  
 $t$  è lo spessore della parete  
 $f_{vd}$  è la tensione normale media riferita all'area totale della sezione (=  $P/l$ , con  $P$  forza assiale positiva se di compressione)  
 Se  $P$  è di trazione,  $M_u = 0$

$f_d = f_k / \gamma_m$  è definito al punto 2.3.2.1 del DM 20.11.87 calcolando la tensione normale media (indicata con  $s_n$  nel DM citato) sulla parte compressa della sezione ( $\sigma_n = P/l't$ ).

**resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano di un pannello in muratura**

$$V_t = l t \frac{1.5 b_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 \tau_{0d}}} = l t \frac{f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}}$$

dove:  $l$  è la lunghezza del pannello  
 $t$  è lo spessore del pannello  
 $\sigma_0$  è la tensione normale media riferita all'area totale della sezione (=  $P/l$ , con  $P$  forza assiale positiva se di compressione)  
 Se  $P$  è di trazione,  $M_u = 0$   
 $f_{td}$  e  $\tau_{0d}$  sono rispettivamente i valori di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale e della corrispondente resistenza a taglio di riferimento della muratura ( $f_t = 1.5 \tau_0$ )  
 $b$  è un coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si può assumere  $b = h/l$ , comunque non superiore a 1.5 e non inferiore a 1, dove  $h$  è l'altezza del pannello.