



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA

Dipartimento di Ingegneria
Civile e Ambientale

GISday

SEMINARIO

Laboratorio Dati Territoriali – DICEA/UNIFI

**PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO:
caratterizzazione tipologico-strutturale dell'edificato ordinario di
alcuni Comuni toscani**

Ing. Sonia Boschi, PhD

sonia.boschi@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

**DICEA, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Università degli Studi di Firenze**

Firenze, 23/11/2016

➤ **RISCHIO SISMICO**

- Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione

➤ **MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO**

- Patrimonio storico italiano e vulnerabilità strutturale
- Importanza della conoscenza delle costruzioni



➤ **PROGETTO DPC-ReLUIS – CARTIS**

- Descrizione della metodologia-procedura di lavoro
- Utilizzo dati territoriali Regione Toscana
- Costruzione del database georeferenziato
- Risultati: comparti, tipologie strutturali prevalenti, individuazione delle aree a maggiore vulnerabilità strutturale, definizione di scenari di ipotetico danno

RISCHIO SISMICO = f (VULNERABILITÀ, PERICOLOSITÀ, ESPOSIZIONE)

VULNERABILITÀ:

è definita come la propensione degli edifici a subire danni al verificarsi di un evento sismico

PERICOLOSITÀ:

ESPOSIZIONE



RISCHIO SISMICO = f (VULNERABILITÀ, PERICOLOSITÀ, ESPOSIZIONE)

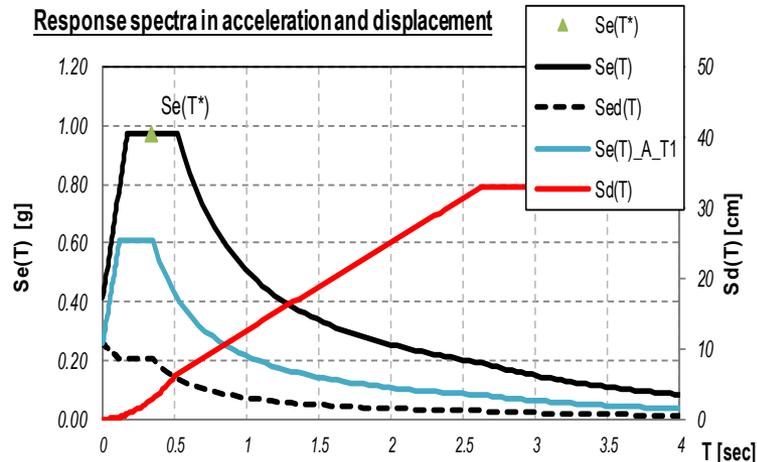
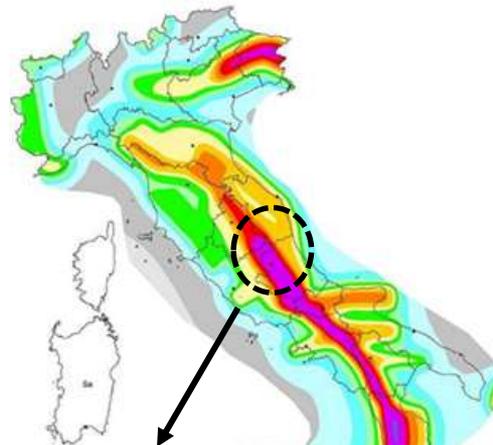
VULNERABILITÀ:

è definita come la propensione degli edifici a subire danni al verificarsi di un evento sismico

PERICOLOSITÀ:

esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, in un dato luogo, si verifichi un evento sismico con assegnate caratteristiche

ESPOSIZIONE



RISCHIO SISMICO = f (VULNERABILITÀ, PERICOLOSITÀ, ESPOSIZIONE)

VULNERABILITÀ:

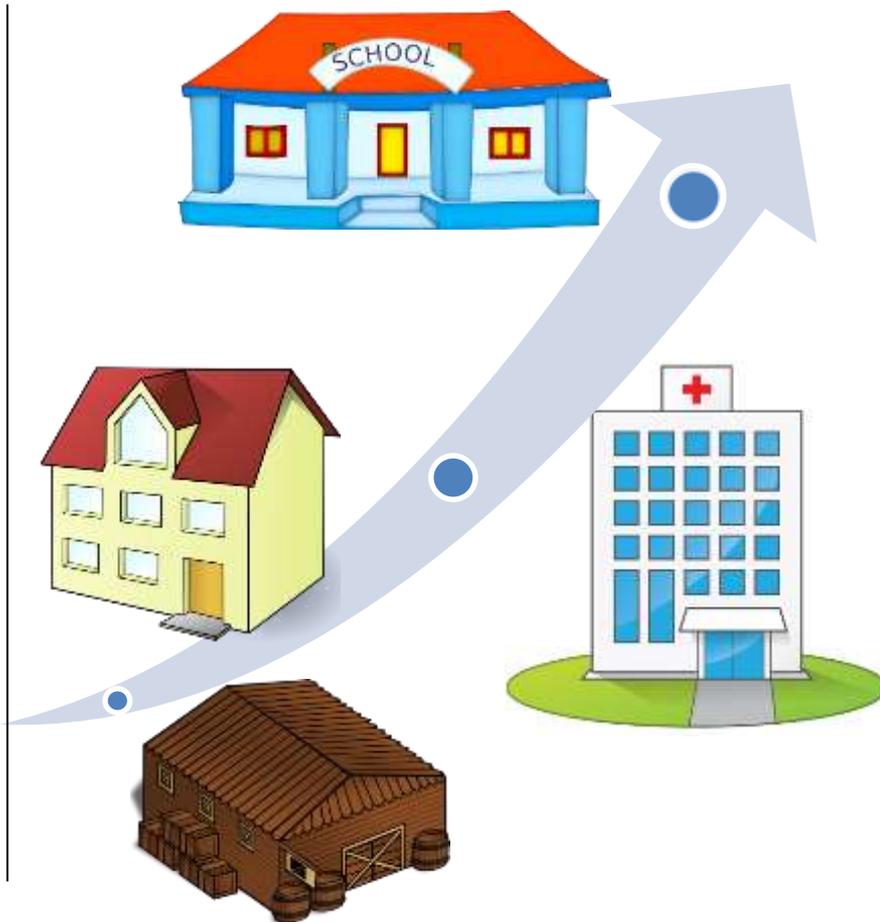
è definita come la propensione degli edifici a subire danni al verificarsi di un evento sismico

PERICOLOSITÀ:

esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, in un dato luogo, si verifichi un evento sismico con assegnate caratteristiche

ESPOSIZIONE

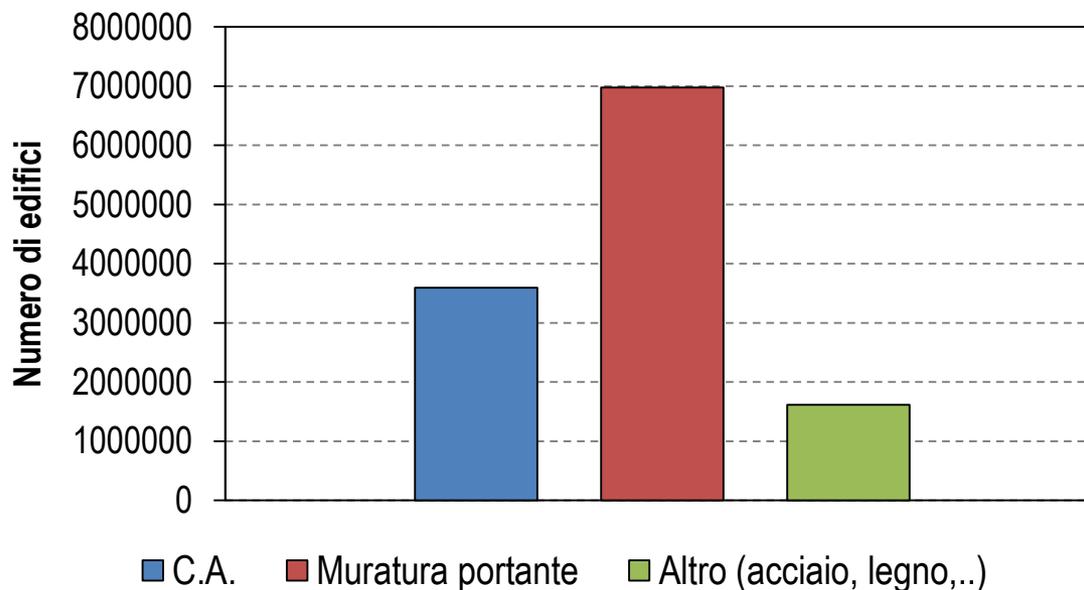
quantità e valore dei beni che sono presenti nell'area soggetta all'evento sismico, esposti al rischio sismico.



IL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE IN ITALIA

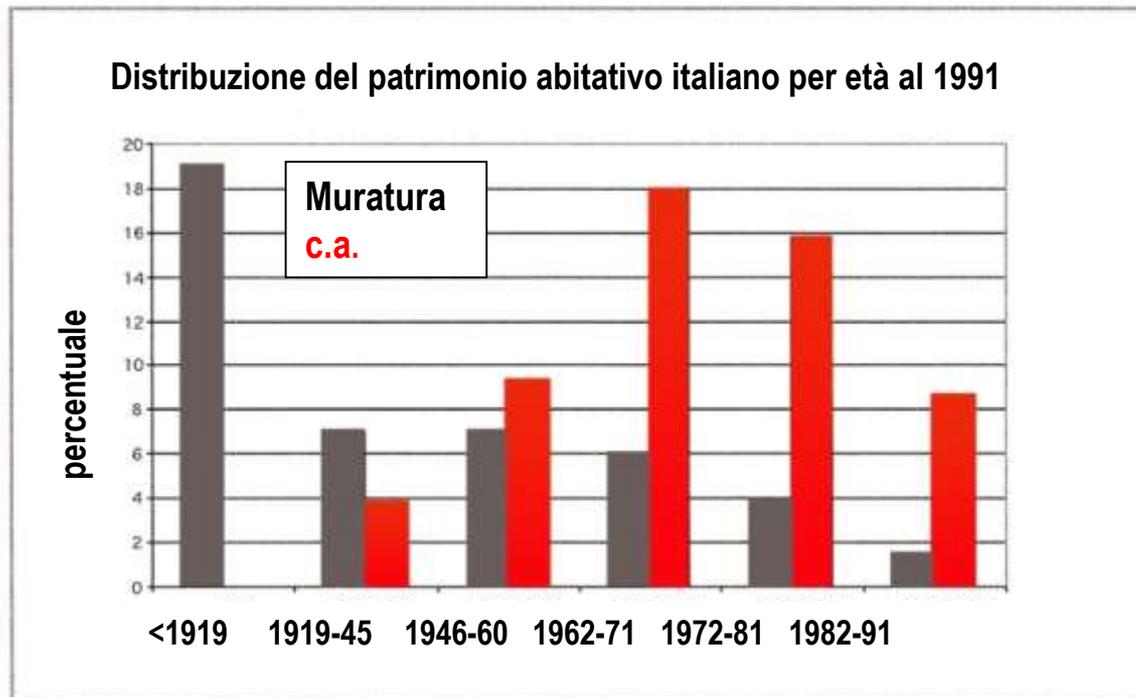
- Circa 3.5 milioni di abitazioni sono realizzate in c.a.;
- Circa 7 milioni di abitazioni sono realizzate in muratura;
- La maggior parte di queste sono realizzate senza criteri di progettazione sismica.

Edifici residenziali: tipo di materiale
(ISTAT, 2011)



IL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE IN ITALIA

- Circa 3.5 milioni di abitazioni sono realizzate in c.a.;
- Circa 7 milioni di abitazioni sono realizzate in muratura;
- La maggior parte di queste sono realizzate senza criteri di progettazione sismica;
- **L'Edificato storico prevalente è costituito da edifici in muratura portante di pietrame.**



VULNERABILITÀ DELLE COSTRUZIONI STORICHE

Il problema della sicurezza delle costruzioni esistenti è di fondamentale importanza in Italia, da un lato per l'elevata vulnerabilità, soprattutto rispetto alle azioni sismiche, dall'altro per il valore storico-architettonico-artistico-ambientale di gran parte del patrimonio edilizio esistente.

Perché le costruzioni storiche in muratura sono molto vulnerabili all'azione sismica?



L'Aquila, 2009



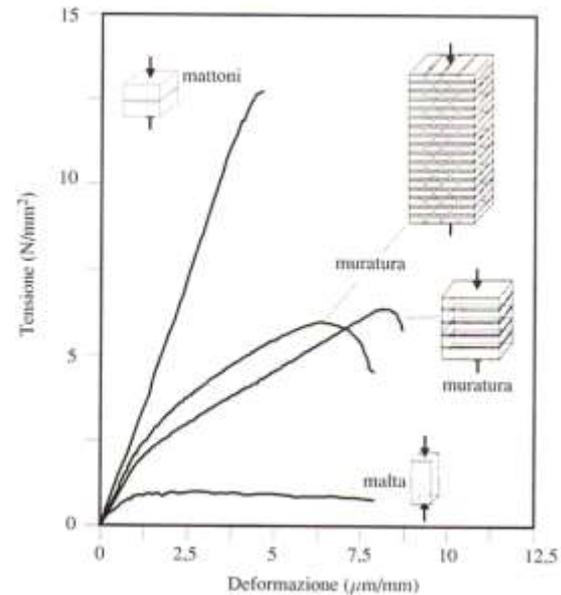
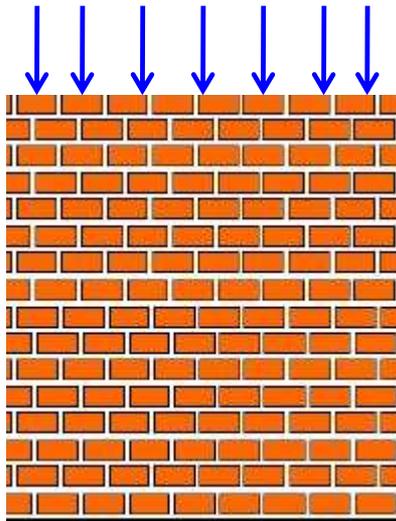
Emilia Romagna, 2012



Amatrice, 2016

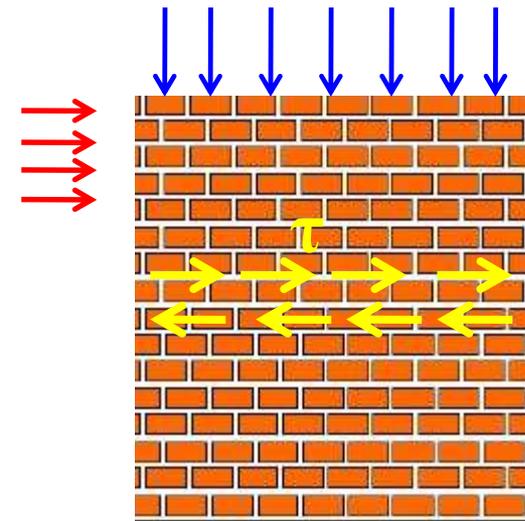
VULNERABILITÀ DELLE COSTRUZIONI STORICHE

- La muratura ha un buon comportamento ed una elevata resistenza per carichi gravitazionali;



VULNERABILITÀ DELLE COSTRUZIONI STORICHE

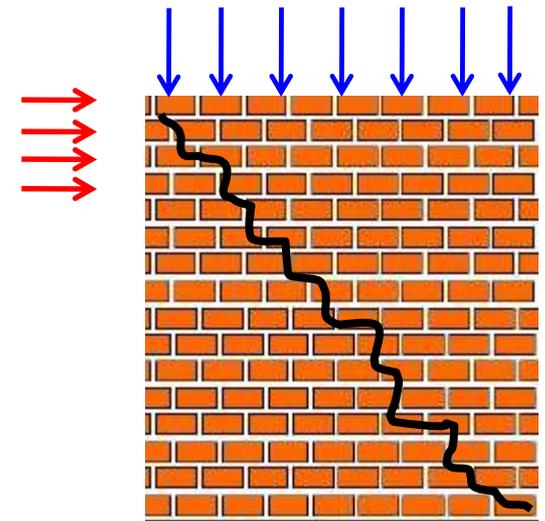
- La muratura ha un buon comportamento ed una elevata resistenza per carichi gravitazionali;
- La muratura **ha bassa resistenza a trazione.** **X**



La presenza di azioni orizzontali fa nascere delle tensioni tangenziali nella muratura



Si creano delle tensioni di trazione che portano a rottura il pannello murario



VULNERABILITÀ DELLE COSTRUZIONI STORICHE

- La muratura ha un buon comportamento ed una elevata resistenza per carichi gravitazionali;
- La muratura ha **bassa resistenza a trazione**.
- **Si distinguono:** rotture nel piano delle pareti murarie;



Castelnuovo (L'Aquila, 2009)



Frazione di Amatrice, 2016

VULNERABILITÀ DELLE COSTRUZIONI STORICHE

- La muratura ha un buon comportamento ed una elevata resistenza per carichi gravitazionali;
- La muratura ha **bassa resistenza a trazione**.
- **Si distinguono:** collassi fuori piano delle pareti.



Castelnuovo (L'Aquila, 2009)

PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Come si può mitigare il problema del rischio sismico in Italia?

- Impossibilità di procedere con la messa in sicurezza di tutto il patrimonio edilizio italiano, per ragioni economiche e logistiche;
- **Necessità di stabilire quali siano le zone a rischio più elevato e definire una scala di priorità di interventi;**

MAPPE DI RISCHIO SISMICO: ricavate da una sovrapposizione di tre carte distinte: carta della pericolosità sismica, della vulnerabilità e dell'esposizione.

↳ IMPORTANZA DELLA CONOSCENZA DELLE COSTRUZIONI ESISTENTI (A LIVELLO NAZIONALE) - AMPIO CAMPIONE DI STUDI → GIS

RACCOGLIERE, ORGANIZZARE, GEOREFERENZIARE, ANALIZZARE

PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

PROGETTO «CARTIS»



Finalizzato al rilevamento delle tipologie edilizie prevalenti in ambito comunale attraverso la suddivisione del territorio in aree omogenee denominate «**comparti**».

edifici con affini caratteristiche rispondono in modo simile all' azione sismica



studio delle caratteristiche tipologico-strutturali costruttive principali, del processo storico costruttivo, del processo insediativo, posizione del contesto urbano

definizione dei **comparti omogenei per Comune** e loro caratterizzazione



ORGANIZZAZIONE DEL DATABASE: il punto di partenza

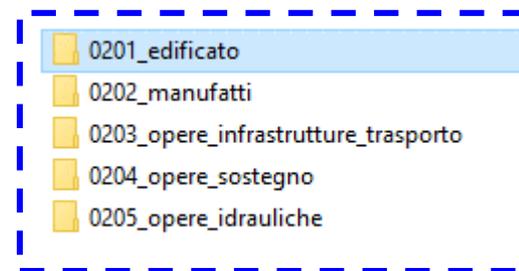
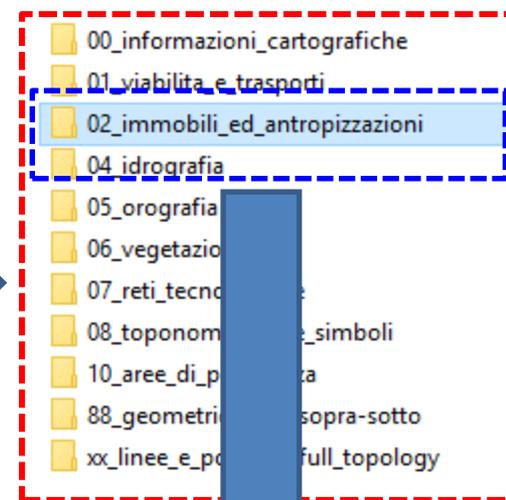
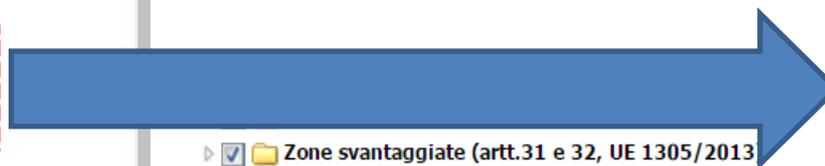
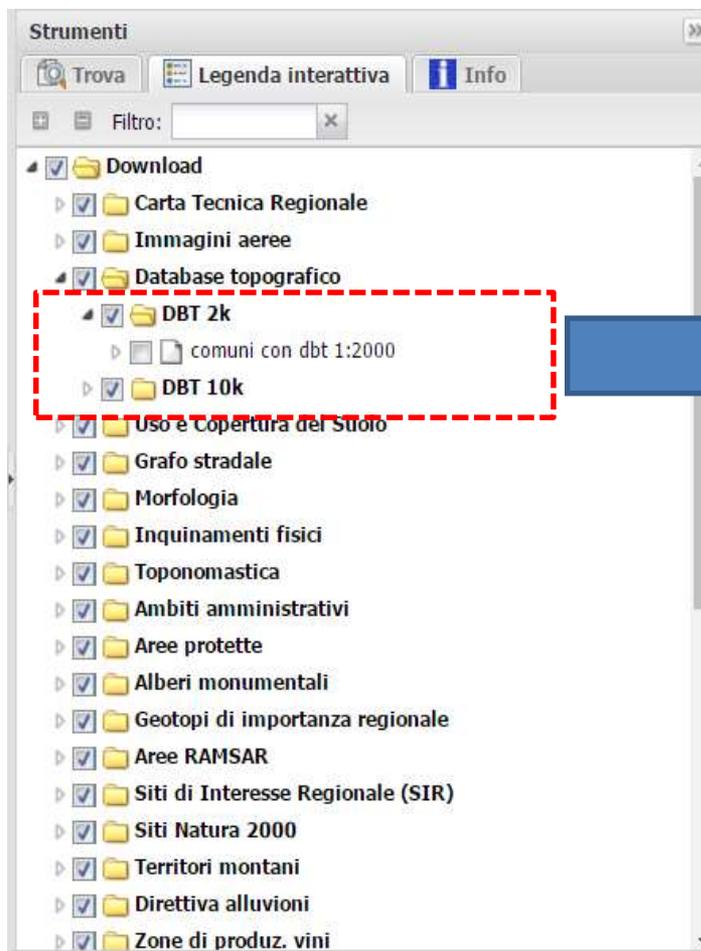
[Regione Toscana](#) → [Cittadini](#) → [Territorio e paesaggio](#) → [Informazione geografica](#)

<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html> - fototeca

The screenshot shows a web browser window displaying the geospatial database interface. The browser address bar shows the URL: www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html. The page title is "Regione Toscana - SITA: Cartoteca". The main content area displays a map of Tuscany with administrative boundaries highlighted in red. The map includes labels for various provinces and cities, such as Massa, Carrara, Lucca, Pistoia, Prato, Firenze, Arezzo, Siena, Grosseto, and Livorno. A sidebar on the right, titled "Strumenti", contains a search bar, a legend, and a list of layers. The layers list includes: Download, Toponimi, Ambiti amministrativi, Cartografia catastale, DB Topografico, and Basi di sfondo. A large blue circle is overlaid on the map, indicating a selection of a zone of interest. Below the circle, the text reads: "Selezione di una zona di interesse tramite Comune". The bottom of the interface shows a scale bar (20 km / 10 mi) and a zoom level of 1 : 1.714.953.

ORGANIZZAZIONE DEL DATABASE: il punto di partenza

[Regione Toscana](#) → [Cittadini](#) → [Territorio e paesaggio](#) → [Informazione geografica](#)



DATABASE EDIFICATO: informazioni *esistenti*

Nell'edificato sono presenti le maggiori informazioni:

- **DESTINAZIONE D'USO**

(Residenziale, agricolo, strategico, religioso..);

- **EDIFICIO ISOLATO OD IN AGGREGATO**

- **PERIODIZZAZIONE STORICA**

(Informazione da Catasto storico + voli aerei)
1830 - 1954 - 1978 - 1988 - 1996 e recenti

TABELLA ATTRIBUTI

Modificare, raggruppare, aggiungere informazioni..

Tabella degli attributi - Edifici_2 = 100 / 483 elementi selezionati

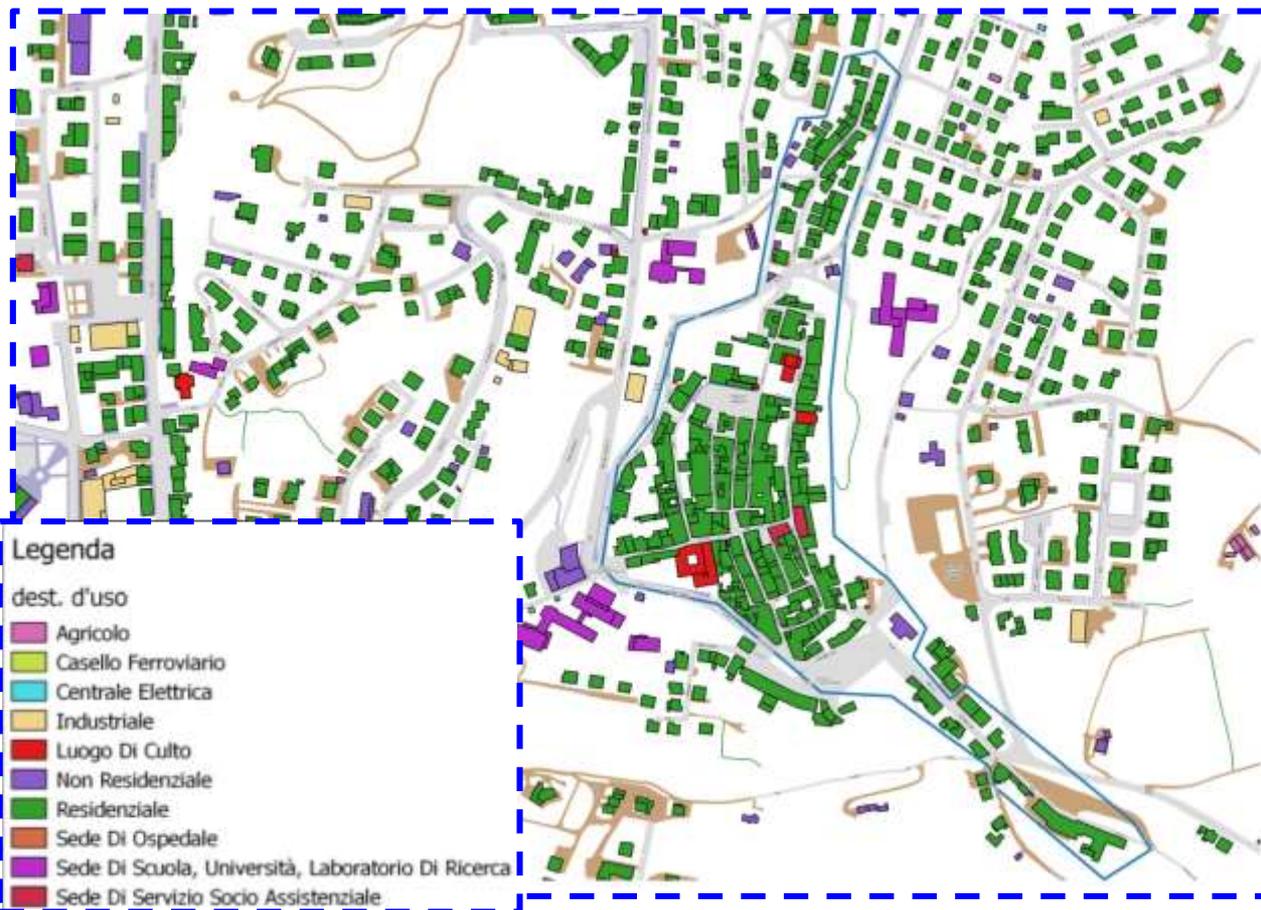
| | STRATO | TEMA | CLASSE | ID_ZRBL | FEATURE_ID | EDIFC_TV | EDIFC | EDIFC_STAT | EDIFC_ID |
|----|--------|------|--------|--------------|------------|----------|---------|------------|----------|
| 63 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4405 | 010303 | 0201 | 403 | 4405 |
| 64 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4406 | 010303 | 0203010 | 403 | 4406 |
| 65 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4407 | 010303 | 0201 | 403 | 4407 |
| 66 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4408 | 010303 | 0201 | 403 | 4408 |
| 67 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4409 | 010303 | 0201 | 403 | 4409 |
| 68 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4410 | 010303 | 0201 | 403 | 4410 |
| 69 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4411 | 010303 | 0201 | 403 | 4411 |
| 70 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4412 | 010303 | 0201 | 403 | 4412 |
| 71 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4413 | 010303 | 0201 | 403 | 4413 |
| 72 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4414 | 010303 | 0201 | 403 | 4414 |
| 73 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4415 | 010303 | 0201 | 403 | 4415 |
| 74 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4416 | 010303 | 0201 | 403 | 4416 |
| 75 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4417 | 010303 | 0201 | 403 | 4417 |
| 76 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4418 | 010303 | 0201 | 403 | 4418 |
| 77 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4419 | 010303 | 0201 | 403 | 4419 |
| 78 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4420 | 010303 | 0201 | 403 | 4420 |
| 79 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4421 | 010303 | 0201 | 403 | 4421 |
| 80 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4422 | 010303 | 0201 | 403 | 4422 |
| 81 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4423 | 010303 | 0201 | 403 | 4423 |
| 82 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4424 | 0104 | 0201 | 403 | 4424 |
| 83 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4077 | 0104 | 0201 | 403 | 4077 |
| 84 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4078 | 010303 | 0201 | 403 | 4078 |
| 85 | 02 | 01 | 02 | 301109120000 | 4079 | 0104 | 0201 | 403 | 4079 |

Mostra solo i selezionati Cerca solo i selezionati Maiusc/minusc Ricerca avanzata

Costruzione *di carte tematiche dell'edificato*

DATABASE EDIFICATO: informazioni esistenti

- **DESTINAZIONE D'USO**
(Residenziale, agricolo, strategico, religioso..);



DATABASE EDIFICATO: informazioni esistenti



○ PERIODIZZAZIONE STORICA

(Informazione da Catasto
storico + voli aerei)

**1830 - 1954 - 1978 - 1988 -
1996 e recenti - 2013**

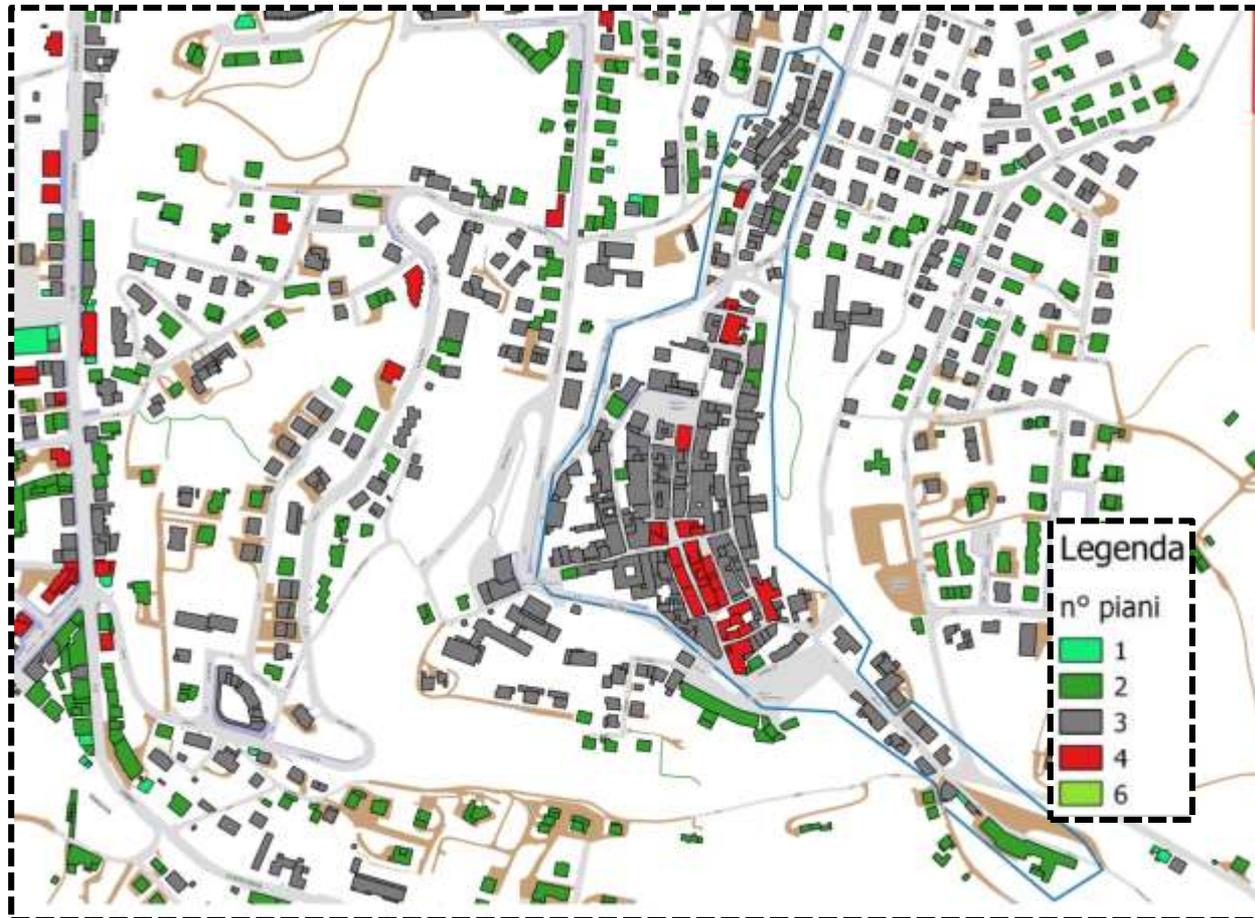
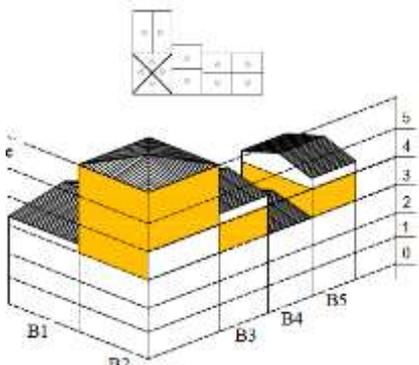
DATABASE EDIFICATO: informazioni aggiuntive

RACCOLTA DEI DATI IN SITU o con il supporto di tecnici locali ed inserimento nel database di informazioni utili alla definizione delle tipologie edilizie ed alla definizione dei comparti:

- NUMERO DI PIANI;
- ALTEZZA MEDIA DI PIANO
- SUPERFICIE E VOLUME DELL'EDIFICIO;
- MATERIALE dell'EDIFICIO (c.a., muratura, altro);

DATABASE EDIFICATO: informazioni *aggiuntive*

○ NUMERO DI PIANI



DATABASE EDIFICATO: informazioni aggiuntive

RACCOLTA DEI DATI IN SITU o con il supporto di tecnici-costruttori locali ed inserimento nel database di informazioni utili alla definizione delle tipologie edilizie e dei comparti:

- NUMERO DI PIANI;
- ALTEZZA MEDIA DI PIANO
- SUPERFICIE E VOLUME DELL'EDIFICIO;
- MATERIALE dell'EDIFICIO (c.a., muratura, altro);

- TIPOLOGIA STRUTTURALE;

ASPETTI LEGATI ALLA TIPOLOGIA STRUTTURALE (vulnerabilità)

DATABASE EDIFICATO: informazioni *aggiuntive*

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

muratura irregolare – solai deformabili

TS1
MUR
Periodo
< 1830



muratura irregolare – solai deformabili

TS2
MUR
Periodo
1830-1946



muratura irregolare sbazzata – solai semirigidi

TS3
MUR
Periodo
1946-1961



muratura regolare tufo/mattoni – solai semirigidi/rigidi

TS4
MUR
Periodo
1962-1975



muratura regolare mattoni/poroton – solai rigidi

TS5
MUR
Periodo
1982-1986



c.a. schiera travi e pilastri – solai rigidi

TS6
CA
Periodo
1982-1986



c.a. condominio travi e pilastri – solai rigidi

TS7
CA
Periodo
1987-1986



c.a. schiera a setti portanti – solai rigidi

TS8
CA
Periodo
1987-1986



c.a. isolata travi e pilastri – solai rigidi

TS9
CA
Periodo
1987-1986

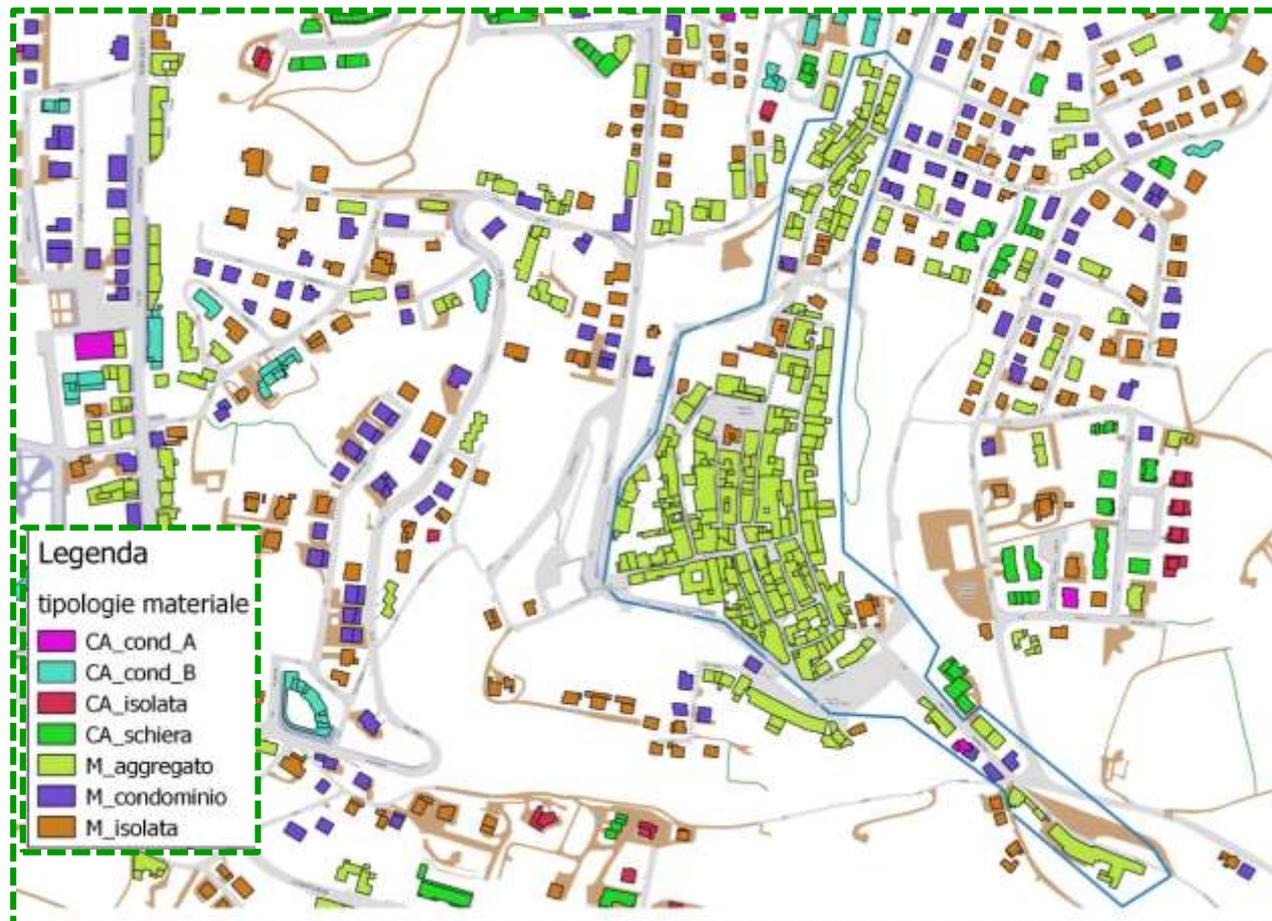


DATABASE EDIFICATO: informazioni *aggiuntive*

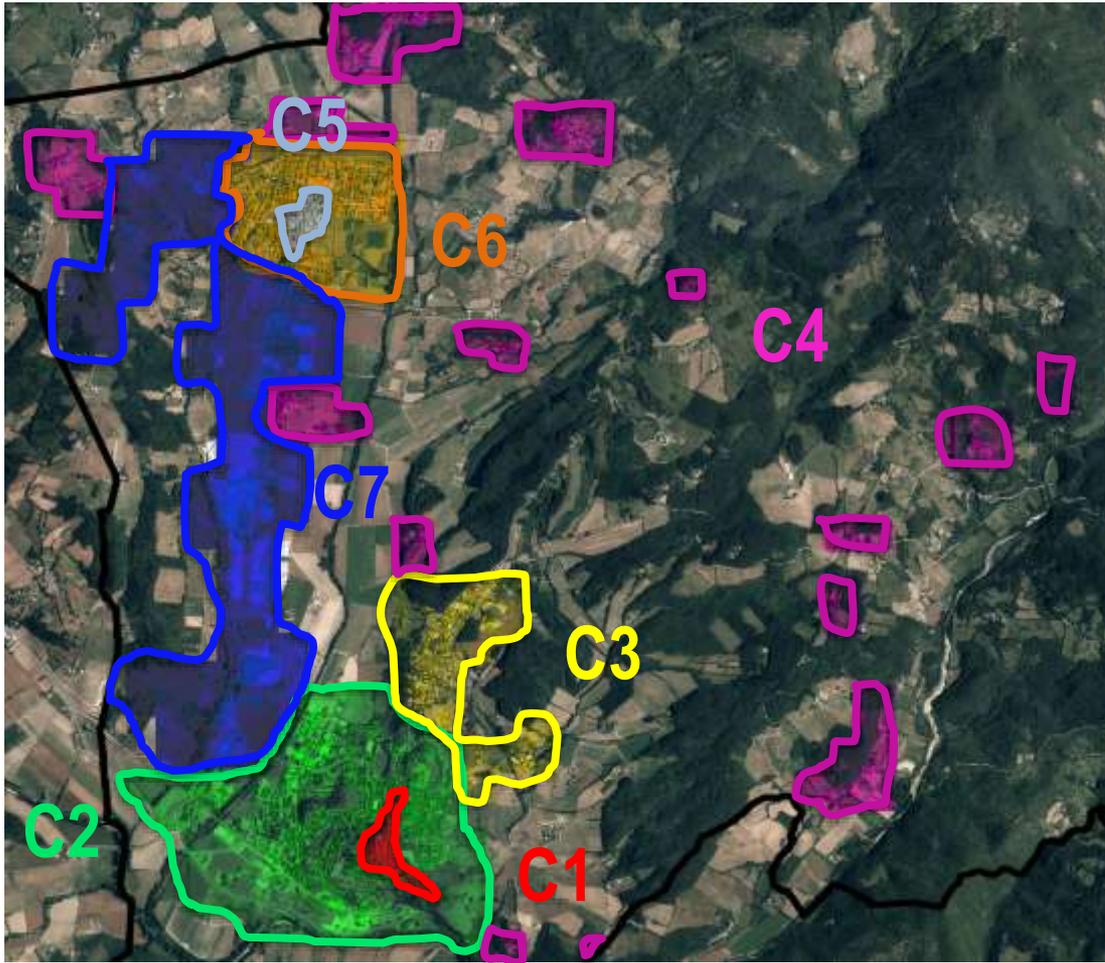
○ **TIPOLOGIA COSTRUTTIVA (c.a., muratura, altro (acciaio-legno))**

- Condominio
- Edificio isolato
- Aggregato

- caratteristiche della muratura
- logge e portici (solo muratura)
- qualifica del CA
- tamponature piano terra e piani pilotis



DATABASE EDIFICATO: individuazione dei COMPARTI



C1 Centro storico

C2 Zona 1° espansione

C3 Zona 2° espansione

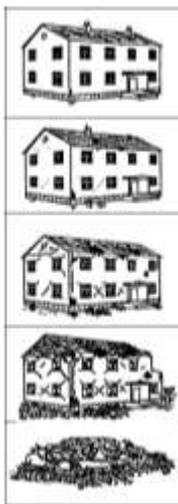
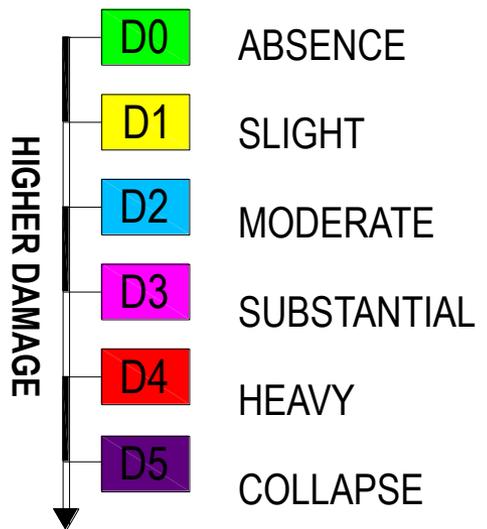
C4 Frazioni minori

C5 Centro storico frazione

C6 Zona di espansione
frazione

C7 Zona di collegamento

DATABASE EDIFICATO: possibilità di sviluppo di scenari di danno



Conclusioni

- Introduzione al **rischio sismico**
- Conoscenza del **database** Cartoteca-Fototeca **Regione Toscana**
- Costruzione di **carte tematiche** relative ad informazioni dell'edificato, al fine della costituzione dei comparti omogenei di Comuni toscani
- **Analisi di vulnerabilità** e sviluppo di **scenari di danno** a fronte di pericolosità sismica ipotizzata

Utili strumenti per la costituzione di Piani di Protezione Civile per la gestione dell'emergenza sismica