

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## *Workshop*

### *Progetto DPC\_ReLUIS 2019-2021 Roma 5 luglio 2022*

#### *WP2*

#### *Inventario delle tipologie strutturali ed edilizie esistenti (CARTIS)*

*Coordinatore: prof. Giulio ZUCCARO*

#### *Unità partecipanti (del singolo WP):*

1. UNINA-a (Zuccaro); 2. IUAV ( Faccio/Saetta); 3. POLIBA (Uva); 4. POLIMI (Cardani); 5. POLITO (Chiaia); 6. UNIBAS (Masi); 7. UNIBO (Savoia); 8. UNICAL-a (Garcea); 9. UNICAL-b (Olivito); 10. UNICH-a (Brando); 11. UNICH-b (Vanzi); 12. UNIFE-a (Minghini); 13. UNIFE-b (Tullini); 14. UNIFI-a (Vignoli); 15. UNIFI-b (De Stefano); 16. UNIGE (Lagomarsino); 17. UNIMOL (Callari); 18. UNICAMPANIA (De Matteis); 19. UNINA-b (Calderoni/Brandonisio); 20. UNINA-c (Landolfo); 21. UNINA-d ( Di Ludovico/Polese/Prota); 22. UNINA-e (Verderame); 23. UNINA-f (Formisano); 24. UNIPA (Colajanni/ Cavaleri); 25. UNIPD-a (da Porto); 26. UNIPD-b (Valluzzi); 27. UNIPG (Borri); 28. UNIRC (Fuschi); 29. UNITN ( Piazza); 30. UNIVPM (Lenci); 31. UNICAS (Imbimbo); 32. UNICUSANO (Ferracuti).

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI COMPLESSIVI DEL WP

1. Ampliare lo studio di caratterizzazione tipologico- strutturale del costruttivo nazionale ai fini della definizione di un **inventario**.
2. Costruire **modelli di vulnerabilità a scala regionale** attraverso la valutazione di **curve di vulnerabilità «locali»** correlate ad un inventario del patrimonio edilizio locale, distinto in classi tipologiche di vulnerabilità secondo quanto definito dalla scale macrosismiche.



**RISCHIO= HAZARD x** **ESPOSIZIONE x VULNERABILITA'**

***MODELLO DI VULNERABILITA'***

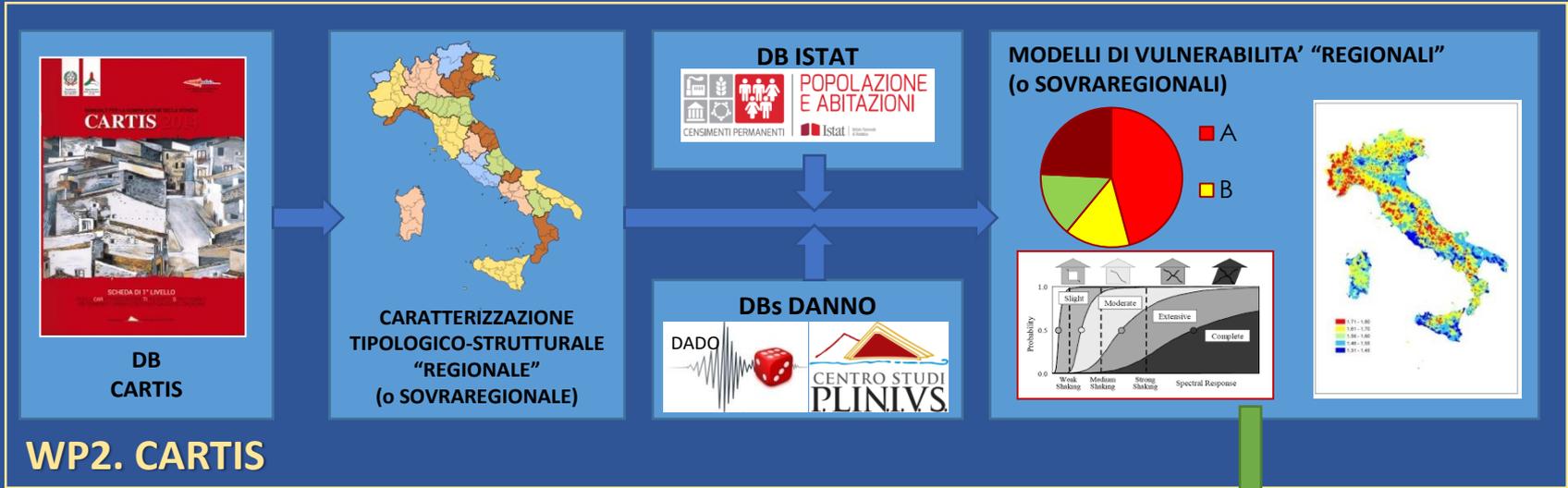
## WP2. CARATTERIZZAZIONE LOCALE

- **CARTIS** MIRA AD UNA CARATTERIZZAZIONE **LOCALE** DI: ESPOSIZIONE, VULNERABILITA' E SCENARIO (*DIFFERENTEMENTE DA MARS CHE E' AD UN LIVELLO NAZIONALE*)



- **CARTIS** FORNISCE **ANALISI TERRITORIALI** CHE POSSONO ESSERE CONFRONTATE CON I RISULTATI DI MARS
- I RISULTATI DI CARTIS POSSONO ESSERE UN **SOTTOINSIEME DI INPUT** PER MARS/IRMA

# WP2. INTERAZIONI CON WP4 MARS



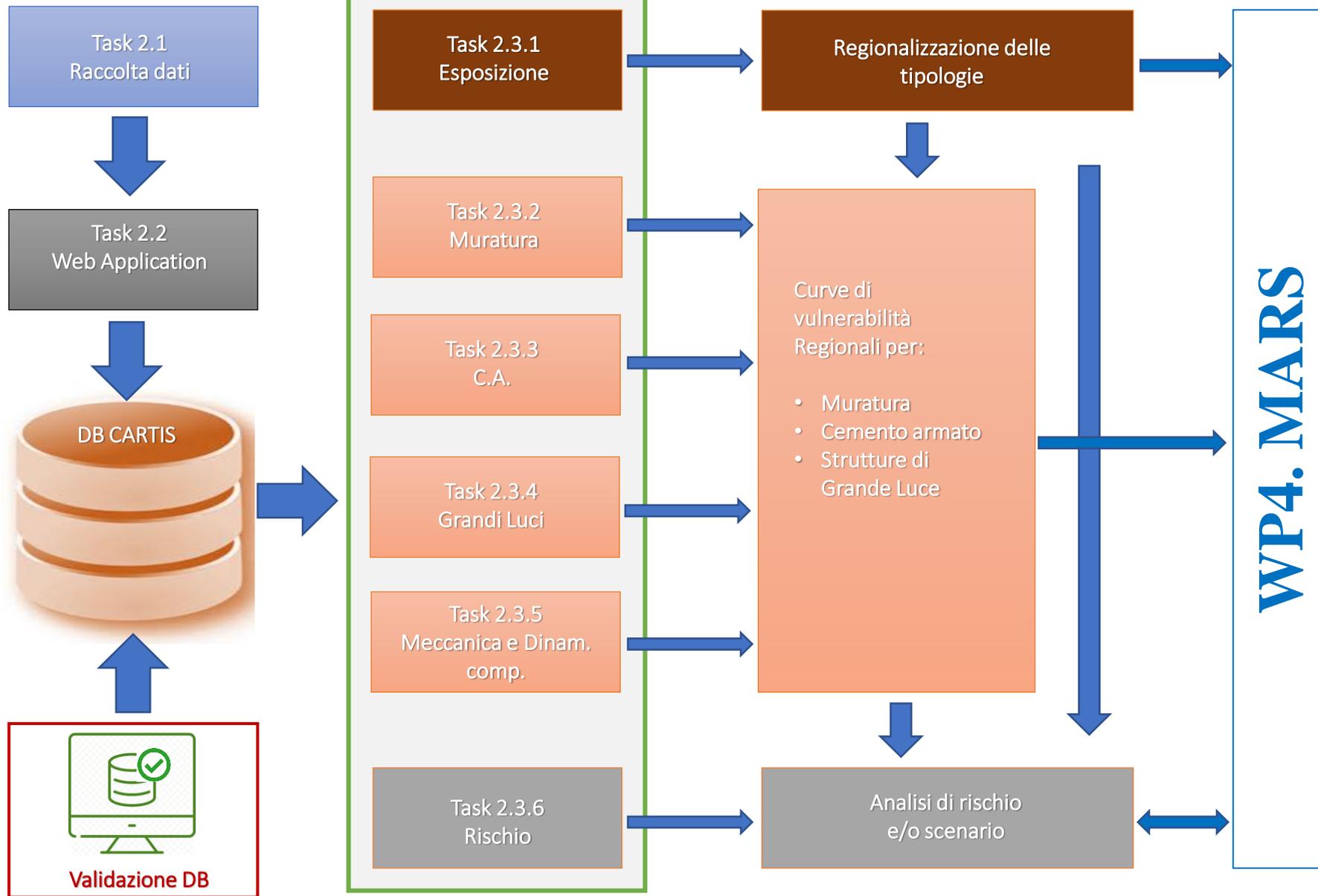
## WP2. CARTIS

**IRMA** Italian Risk Maps

- STUDIO DELLA COMPATIBILITÀ DELLE CURVE DI VULNERABILITÀ REGIONALIZZATE CON LA PIATTAFORMA IRMA;
- IMPLEMENTAZIONE DEL *MODELLO DI VULNERABILITÀ* IN IRMA PER LA REALIZZAZIONE DELLE MAPPE DI RISCHIO

**WP4. MARS**

## WP2. STRUTTURA



## FILOSOFIA CARTIS

- Riferimenti

[1] Scheda AEDES

[2] Scheda AEDES modificata (Ver. 11/2002)

[3] Manuale Scheda AEDES

[4] Scheda MEDEA muratura

[5] Scheda MEDEA cemento armato

[6] **Protocollo d'intervista (SSN)**

[6] Scheda per la perimetrazione e la descrizione dei comparti edilizi

[7] Modello di Caratterizzazione Tipologica a Scala Nazionale

## FILOSOFIA CARTIS

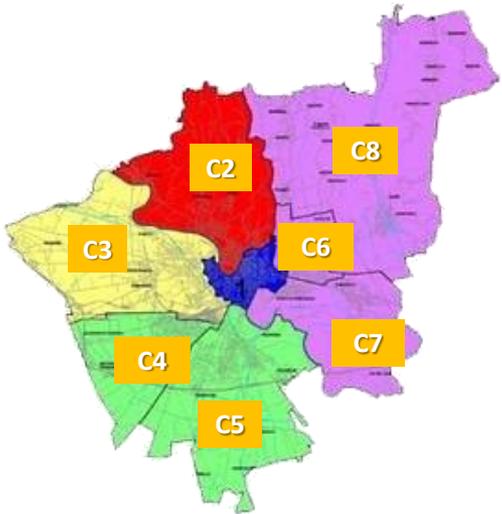
- Protocollo guidato d'intervista



Per ciascun Comune investigato, la scheda è compilata da un esperto dell'Unità di Ricerca ReLUIS, con il necessario ausilio di **un'intervista ad un tecnico locale**, afferente ad un Ente Pubblico o che svolga professione privata, e che abbia **approfondita ed affidabile conoscenza dell'area oggetto di studio**.

# FILOSOFIA CARTIS

- IL COMPARTO

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti	PARTE A
DATA <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
f. PLANIMETRIA DEL CENTRO URBANO CON PERIMETRAZIONE DEI COMPARTI E NUMERAZIONE DEGLI STESSI	
	

La scheda di primo livello CARTIS è finalizzata al rilevamento delle tipologie edilizie prevalenti di zone comunali o sub-comunali, dette **COMPARTI**, caratterizzate da omogeneità del tessuto edilizio ordinario per età di primo impianto e/o tecniche costruttive.

La scheda CARTIS si riferisce ai soli edifici ordinari. Sono escluse dalla caratterizzazione tipologie riconducibili a beni monumentali (edifici religiosi, palazzi storici, ecc.) o a strutture strategiche (ospedali, scuole, caserme, prefetture, sedi di Protezione Civile, ecc.).



# LA SCHEDA: tipologie e fattori di vulnerabilità



## CARTIS 2014



### SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

IDT

#### a. CODICE TIPOLOGIA

<input type="radio"/> MUR 1	<input type="radio"/> MUR 2	<input type="radio"/> MUR 3	<input type="radio"/> MUR 4	<input type="radio"/> CAR 1	<input type="radio"/> CAR 2	<input type="radio"/> CAR 3	<input type="radio"/> CAR 4
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

#### b. CODICE IDENTIFICATIVO DELLA TIPOLOGIA NEL COMPARTO (IDT)

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Codice ISTAT Regione	Codice ISTAT Provincia	Codice ISTAT Comune	Codice Comparto	Codice Tipologia

## MURATURA

#### c. POSIZIONE TIPOLOGIA NEL CONTESTO URBANO

ISOL  
IN A

### SEZIONE 3.1 A Caratterizzazione tipologica MURATURA e STRUTTURE MISTE (da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 B)

IDT

#### a. Caratteristiche Muratura

A 1.1	MURATURA IRREGOLARE <input type="radio"/>	Pietra arrotondata	Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura disordinata nel parametro	<input type="radio"/>
A 1.2			Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura ordinata nel parametro	<input type="radio"/>
A 1.3		Pietra grezza	Con ricorsi	Ciottoli e mattoni	<input type="radio"/>
A 1.4			Con ricorsi	Ciottoli	<input type="radio"/>
A 2.1	MURATURA SBOZZATA <input type="radio"/>	Pietra lastriforme	Senza ricorsi	Pietr	<input type="radio"/>
A 2.2			Senza ricorsi	Pietr	<input type="radio"/>
A 2.3		Pietra pseudo regolare	Con ricorsi	Mura	<input type="radio"/>
A 2.4			Con ricorsi	Pietr	<input type="radio"/>
B 1.1	MURATURA REGOLARE <input type="radio"/>	Pietra squadrata	Senza ricorsi		<input type="radio"/>
B 1.2			Con ricorsi		<input type="radio"/>
B 2.1	MURATURA REGOLARE <input type="radio"/>	Mattoni	Senza ricorsi		<input type="radio"/>
B 2.2			Con ricorsi		<input type="radio"/>
C 1.1	MURATURA REGOLARE <input type="radio"/>	Mattoni	Senza ricorsi		<input type="radio"/>
C 1.2			Con ricorsi		<input type="radio"/>
C 2.0					<input type="radio"/>

#### d. FOTOGRAFIA TIPOLOGIA

### SEZIONE 3.1 B Caratterizzazione tipologica CEMENTO ARMATO (da compilare in alternativa alla Sezione 3.1 A)

IDT

#### a. Qualifica della struttura in cemento armato

A	Prevalenza di telai tamponati con murature consistenti (senza grosse aperture, di materiali resistenti e ben organizzate)	<input type="radio"/>
B	Prevalenza di telai con travi alte e tamponature poco consistenti (con aperture di grosse dimensioni e diffuse, materiali poco resistenti)	<input type="radio"/>
C	Prevalenza di telai con travi in spessore di solaio e tamponature poco consistenti o assenti	<input type="radio"/>
D	Prevalenza di telai con travi alte sul perimetro con tamponature poco consistenti o assenti e travi in spessore di solaio all'interno	<input type="radio"/>
E	Presenza contemporanea di telai con travi alte e nuclei in c.a. interni	<input type="radio"/>
F	Prevalenza di setti	<input type="radio"/>
G	Presenza contemporanea di telai con travi a spessore e nuclei/setti in cemento armato interni	<input type="radio"/>

b. Giunti di separazione 1) Giunti a norma  2) Giunti fuori norma  % nella tipologia  [%]

C.A.

# LA SCHEDA: tipologie MURATURA

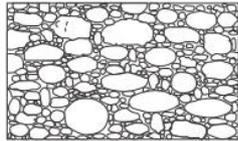
Tabella 1. Abaco delle murature irregolari (Manuale AeDES).

**A1: Pietra arrotondata**

Costituita prevalentemente da elementi con superficie liscia e forma arrotondata, o da ciottoli di fiume di piccole e medie dimensioni; si presenta tanto con tessitura ordinata quanto disordinata.

**Senza Ricorsi (S.R.)**

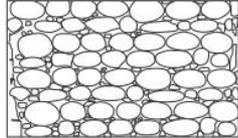
**A1.1**



- Senise (FJ) -  
Ciottoli con tessitura  
disordinata.



**A1.2**



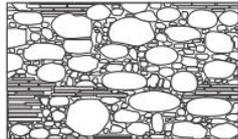
- Astisi -  
Ciottoli di vasca natura  
con tessitura ordinata.



Foto tratta da "Manuale per la ricostruzione e l'assetto storico-ambientale degli edifici" - Regione Umbria - Regione DE - Dipartimento di Protezione Civile - 1999

**Con Ricorsi (C.R.)**

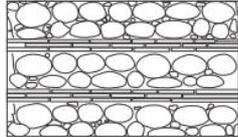
**A1.3**



- Sassuolo (MO) -  
Ciottoli e mattoni.



**A1.4**



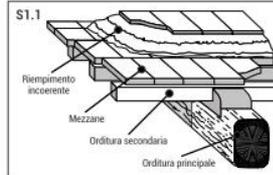
- Castel dei Saori (FG) -  
Muratura di pietra  
con ricorsi laterizi.



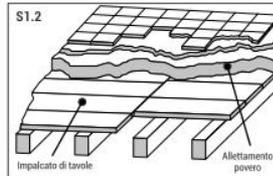
Tabella 5. Abaco delle strutture orizzontali deformabili (Manuale AeDES).

**4: Pietra lastriforme**

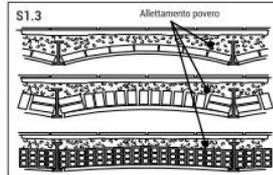
Solai in legno a semplice o doppia orditura (travi e travicelli) con tavolato ligneo semplice o elementi laterizi (mezzane), eventualmente finito con caldana in battuto di lapillo o materiali di riuscita (cretonato). Solai in putrelle e voltine realizzate in mattoni, pietra o conglomerati. In entrambi i casi, se è stato realizzato un irrigidimento, mediante tavolato doppio o, meglio ancora, soletta armata ben collegata alle travi, tali solai potrebbero intendersi rigidi o semirigidi, in base al livello di collegamento tra gli elementi.



Solaio in legno con mezzane

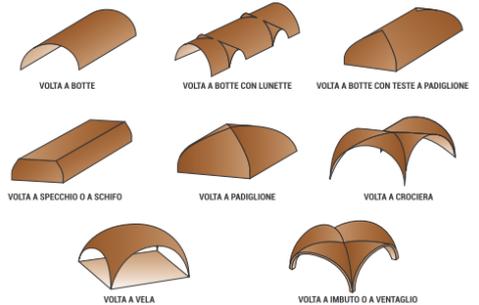


Solaio in legno con tavolata a semplice orditura.



Solaio con travi di ferro e voltine.

Figura 6. Tipologie di volte.



# LA SCHEDA: tipologie CEMENTO ARMATO

Figura 9. Esempi di piano sofficie al piano terra (a) e ai piani intermedi (b).

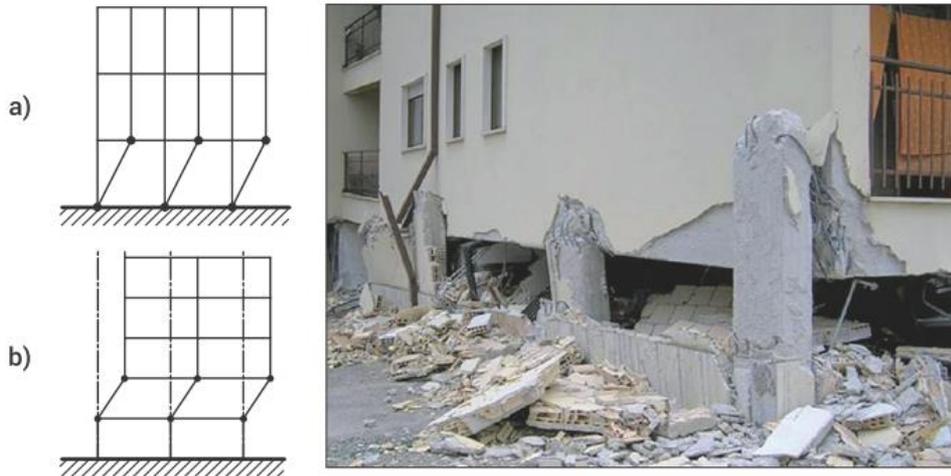


Figura 11. Esempio di solaio realizzato con travetti SAP.

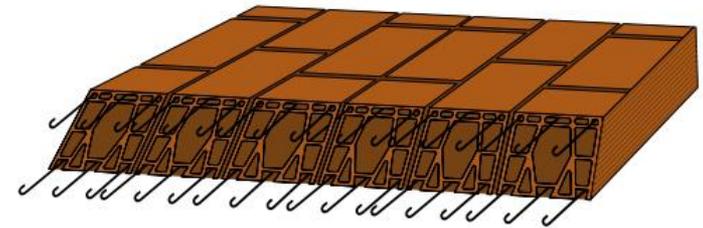
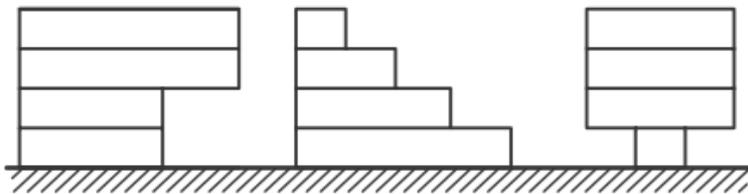


Figura 13. Esempi di irregolarità in elevazione (Manuale AeDES).





## Raccolta dati e DB CARTIS

# Raccolta dati

## Task 2.1

**MANUALE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI**

# CARTIS 2020

SCHEDA DI 1° LIVELLO  
 PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA  
 DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

Elaborazione:

SCHEDA CARTIS

**CARTIS EDIFICIO**  
 SCHEDA DI 2° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE DI UN EDIFICIO ORDINARIO

**SEZIONE 0: Identificazione Comune ed Edificio**

**a. DATI DI LOCALIZZAZIONE** Regione: VENETO  
 Provincia: VERONA  
 Comune: VESTENANOVA  
 Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione):

**b. DATI IDENTIFICATIVI UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS** Codice UR: U<sub>1</sub>N<sub>1</sub>L<sub>1</sub>P<sub>1</sub>D<sub>1</sub>  
 Referente: Università degli Studi di Verona  
 Ente di appartenenza: Università degli Studi di Verona  
 Qualifica:  
 Titolo di studio:  
 Indirizzo:  
 Tel. ufficio: 049/8275386  
 Compilatore: Claudia Valotto  
 Firma del Compilatore:

**c. DATI FONTE** Tecnico/i: Fresa Seratino  
 Progetto/i:

Elaborazione:

SCHEDA CARTIS EDIFICIO

**CARTIS Grandi Luci**  
 SCHEDA DI 2° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE DI UN EDIFICIO ORDINARIO

**Sezione 3F: Copertura e fondazioni**

**Copertura**

Caratteristiche deformative	Luce max: L > 10 m	SI	NO	SI
Deformabile <input type="radio"/>	N° ordini copertura:	SI	NO	SI
Rigida <input type="radio"/>	Controventi di falda:	SI	NO	SI

**Sistema a semplice via**

Piano <input type="radio"/>	Parete piena (standard; comp. saldato)
A falde inclinate <input type="radio"/>	Sezione cava (standard; comp. saldato)
Curvo <input type="radio"/>	Sezione scostolare

**Sistema a doppia via**

Piano <input type="radio"/>	Grigliato a semplice strato
A falde inclinate <input type="radio"/>	Grigliato a doppio strato
Curvo <input type="radio"/>	Semplice curvatura <input type="radio"/> Continuo <input type="radio"/>

**Elementi di chiusura**

Non identic. <input type="radio"/>	A solai piano <input type="checkbox"/>	A solai inclinati <input type="checkbox"/>	A shed <input type="checkbox"/>	Lucernario <input type="checkbox"/>	Con tegoli affiancati <input type="checkbox"/>
------------------------------------	--	--	---------------------------------	-------------------------------------	--

**Fondazioni**

<input type="checkbox"/> Superficiale	1. Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi
%	2. Fondazione profonda in pietrame e blocchi squadriati
<input type="checkbox"/> Profonda	3. Fondazione su archivi rovesci
%	4. Pinti isolati senza travi di collegamento
<input type="checkbox"/> Continua	5. Pinti isolati con travi di collegamento
%	6. Travi rovesce
<input type="checkbox"/> Discontinua	7. Retcolo di travi rovesce
%	8. Platee
	9. Pinti su pali
	10. Travi rovesce su pali
	11. Platee su pali

Nessuna informazione

SCHEDA CARTIS GRANDI LUCI

**CARTIS CHIESE 2020**  
 Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica

**SEZIONE 2: Caratteristiche generali (parte 1)**

**a. Età di primo impianto**

A <input type="radio"/>	Dal II sec. al VI sec.	E <input type="radio"/>	XV sec. e XVI sec.
B <input type="radio"/>	Dal VII sec. al X sec.	F <input type="radio"/>	XVII sec. e prima metà del XVIII sec.
C <input type="radio"/>	XI sec. e XII sec.	G <input type="radio"/>	Seconda metà del XVIII sec. e XIX sec.
D <input type="radio"/>	XIII sec. e XIV sec.	H <input type="radio"/>	XX sec. e anni 2000

**b. Trasformazioni significative**

<input type="radio"/>	SI (inserire data/periodo: _____)	<input type="radio"/>	NO
-----------------------	-----------------------------------	-----------------------	----

**c. Usi prevalenti (max 2)**

A <input type="checkbox"/>	Chiesa parrocchiale	E <input type="checkbox"/>	Santuario
B <input type="checkbox"/>	Capella	F <input type="checkbox"/>	Basilica
C <input type="checkbox"/>	Oratorio	G <input type="checkbox"/>	Museo
D <input type="checkbox"/>	Cattedrale/Duomo	H <input type="checkbox"/>	Altro (_____)

**d. Stile architettonico prevalente**

A <input type="radio"/>	Tardo antico	E <input type="radio"/>	Gotico	I <input type="radio"/>	Moderno/contemporaneo
B <input type="radio"/>	Bizantino	F <input type="radio"/>	Rinascimentale	L <input type="radio"/>	Chiesa rurale
C <input type="radio"/>	Lombardico	G <input type="radio"/>	Barocco	M <input type="radio"/>	Chiesa rupestre
D <input type="radio"/>	Romanico	H <input type="radio"/>	Neoclassico	N <input type="radio"/>	Altro (_____)

**e. Tipo di impianto**

A <input type="radio"/>	Planta basilicale a croce latina	D <input type="radio"/>	Planta centrale - croce greca
B <input type="radio"/>	Planta basilicale senza transetto	E <input type="radio"/>	Planta centrale - circolare
C <input type="radio"/>	Planta ad aula unica	F <input type="radio"/>	Planta centrale - poligonale

**f. Superficie coperta [m<sup>2</sup>]**

A <input type="radio"/>	< 100	D <input type="radio"/>	1000+1999
B <input type="radio"/>	100+499	E <input type="radio"/>	2000+5000
C <input type="radio"/>	500+999	F <input type="radio"/>	> 5000

**g. Navate**

Navata centrale		Navate laterali					
Lunghezza [m]	Numero di navate [N]	Lunghezza [m]	Numero di navate [N]				
A <input type="radio"/>	< 5	B <input type="radio"/>	5-9	C <input type="radio"/>	10-19	D <input type="radio"/>	≥ 20
E <input type="radio"/>	< 5	F <input type="radio"/>	5-9	G <input type="radio"/>	10-19	H <input type="radio"/>	≥ 20
I <input type="radio"/>	< 10	J <input type="radio"/>	10-19	K <input type="radio"/>	20-30	L <input type="radio"/>	≥ 30
M <input type="radio"/>	< 5	N <input type="radio"/>	5-9	O <input type="radio"/>	10-19	P <input type="radio"/>	≥ 20

**h. Presenza di cappelle laterali**  SI  NO **l. Presenza di pontile tra navata e presbiterio**  SI  NO

**l. Presenza di piani superiori (matronei, cori, etc.)**  SI  NO **m. Presenza di piani interrati (cripte, etc.)**  SI  NO

**n. Transetto**

Presenza di transetto	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Lunghezza [m]	A <input type="radio"/>	< 5	B <input type="radio"/>	5-9	C <input type="radio"/>	10-19	D <input type="radio"/>	≥ 20
Presenza di transetto a più navate	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Lunghezza [m]	A <input type="radio"/>	< 5	B <input type="radio"/>	5-9	C <input type="radio"/>	10-19	D <input type="radio"/>	≥ 20
Presenza di secondo transetto	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	Altezza [m]	A <input type="radio"/>	< 10	B <input type="radio"/>	10-19	C <input type="radio"/>	20-30	D <input type="radio"/>	≥ 30

Elaborazione:

SCHEDA CARTIS CHIESE (2022-24)

# COSTRUZIONE DEL DataBase ATTRAVERSO WEB APPLICATION

## CARTIS WEB APPLICATION

 Administration Panel



SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE  
TIPOLOGICO-STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI  
COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

# CARTIS 2014

a cura di:



Progetto Reluis 2014-2016

Linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione  
a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico-strutturali degli edifici"

Unità di ricerca Università degli Studi di Napoli Federico II  
prof. Giulio Zuccaro (coordinatore), ing. Daniela De Gregorio



Sign In

Username

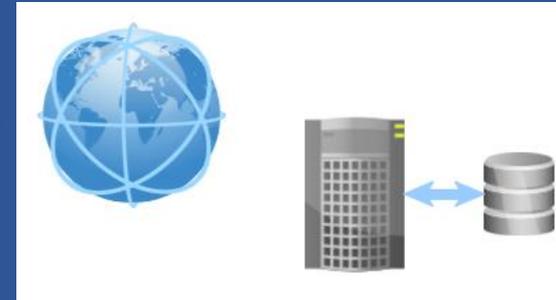
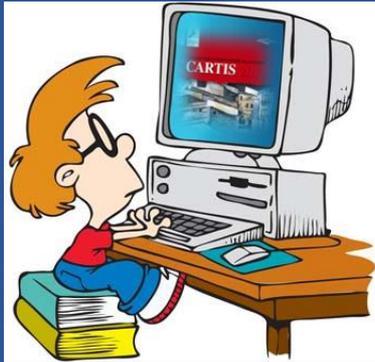
Password

Login

Sign in

<http://cartis.plinivs.it/>

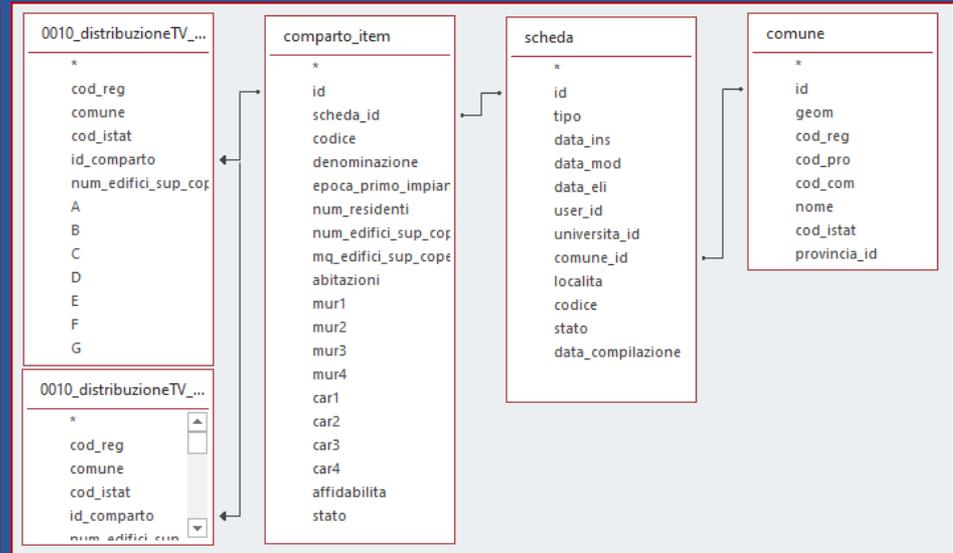
# COSTRUZIONE DEL DataBase ATTRAVERSO WEB APPLICATION



Estrazione dati tipologico - strutturali CARTIS  
 sulla base di interrogazioni SQL

```

SELECT comune.cod_reg, comune.nome, comparto_item.id,
comparto_item.num_edifici_sup_coperta,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].A1,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].A2,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].B1,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].B2,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].C1,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].C2,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].A,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].B,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].C,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].D,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].E,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].F,
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].G
FROM ((0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car RIGHT
JOIN (0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur RIGHT
JOIN comparto_item ON
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_02di04_mur].id_comparto =
comparto_item.id) ON
[0010_distribuzioneTV_per_comparti_03di04_car].id_comparto =
comparto_item.id) INNER JOIN scheda ON
comparto_item.scheda_id = scheda.id) INNER JOIN comune ON
scheda.comune_id = comune.id;
  
```



## UNITA' DI RICERCA (UR)



**2014**  
**14 UR**

**2019-2021**  
**32UR**



# UNITA' DI RICERCA (UR)

UR	Responsabile Task	Task 2.1 Raccolta Dati	Task 2.2 Sviluppo DB	Task 2.3						
				2.3.1 Esposizione	2.3.2 Muratura	2.3.3 C.A.	2.3.4 G.L.	2.3.5 Mecc. Comp.	2.3.6 Rischio	
1 UNINA-a	Zuccaro Giulio	2.1-2.2-2.3.2-2.3.6	X	X	X	X				X
2 IUAV	Paolo Faccio/ Anna Saetta		X			X				
3 POLIBA	Giuseppina Uva		X			X				X
4 POLIMI	Giuliana Cardani		X			X				
5 POLITO	Bernardino Chiaia		X			X				
6 UNIBAS	Angelo Masi	2.3.3	X		X	X				X
7 UNIBO	Marco Savoia		X			X		X		
8 UNICAL-a	Giovanni Garcea	2.3.5	X						X	
9 UNICAL-b	Renato S. Olivito		X			X				
10 UNICH-a	Giuseppe Brando		X			X			X	
11 UNICH-b	Ivo Vanzi		X							X
12 UNIFE-a	Fabio Minghini	2.3.5	X						X	
13 UNIFE-b	Nerio Tullini		X						X	
14 UNIFI-a	Andrea Vignoli		X			X		X		X
15 UNIFI-b	Mario De Stefano		X			X				
16 UNIGE	Sergio Lagomarsino	2.3.2	X			X				
17 UNIMOL	Carlo Callari		X			X				
18 UNICAMPANIA	Gianfranco De Matteis		X			X				X
19 UNINA-b	Bruno Calderoni		X			X				
20 UNINA-c	Raffaele Landolfo	2.3.4	X					X		
21 UNINA-d	Di Ludovico/ Polese/Prota	2.3.6	X		X	X			X	X
22 UNINA-e	Gerardo Mario Verderame	2.3.3	X			X				X
23 UNINA-f	Antonio Formisano		X			X		X		X
24 UNIPA	Piero Colajanni/ Liborio Cavaleri		X			X				
25 UNIPD-a	Francesca da Porto		X			X				
26 UNIPD-b	Maria Rosaria Valluzzi		X			X				
27 UNIPG	Antonio Borri		X			X				
28 UNIRC	Paolo Fuschi	2.3.1	X		X					
29 UNITN	Maurizio Piazza	2.3.4	X					X		
30 UNIVPM	Stefano Lenci	2.3.1	X		X				X	
31 UNICAS	Maura Imbimbo		X			X		X		
32 UNICUSANO	Barbara Ferracuti		X			X		X		
<b>UR COINVOLTE</b>			<b>32/32</b>	<b>1/32</b>	<b>5/32</b>	<b>18/32</b>	<b>10/32</b>	<b>5/32</b>	<b>7/32</b>	<b>9/32</b>
[%]			<b>100</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>28</b>

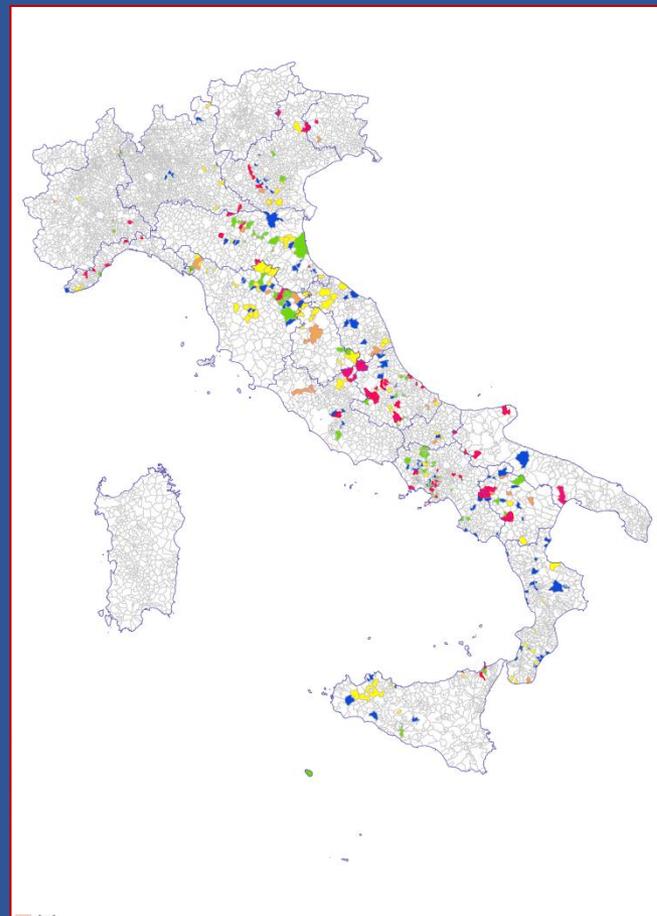
## Raccolta dati

### Task 2.1

Comuni analizzati nel periodo  
 2014-2021:

**506 ≈ 6,3%**

	SCHEDE CARTIS	SCHEDE CARTIS EDIFICIO
COMPLETE	409 (5,1%)	2.931
IN LAVORAZIONE	97 (1,2%)	2.444
<b>TOTALE</b>	<b>506 (6,3%)</b>	<b>5.375</b>



# Raccolta dati

## Task 2.1

	COMUNI ISTAT	CARTIS	Δ
	%	%	%
Zona altimetrica 1	31%	31%	0%
Zona altimetrica 2	1%	3%	1%
Zona altimetrica 3	32%	30%	-2%
Zona altimetrica 4	10%	19%	9%
<b>Zona altimetrica 5</b>	<b>26%</b>	<b>18%</b>	<b>-8%</b>

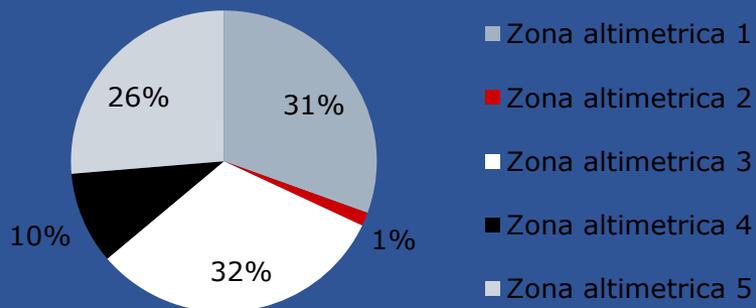
### ZONA ALTIMETRICA

#### Legenda

Zona altimetrica 1	montagna interna
Zona altimetrica 2	montagna litoranea
Zona altimetrica 3	collina interna
Zona altimetrica 4	collina litoranea
Zona altimetrica 5	pianura

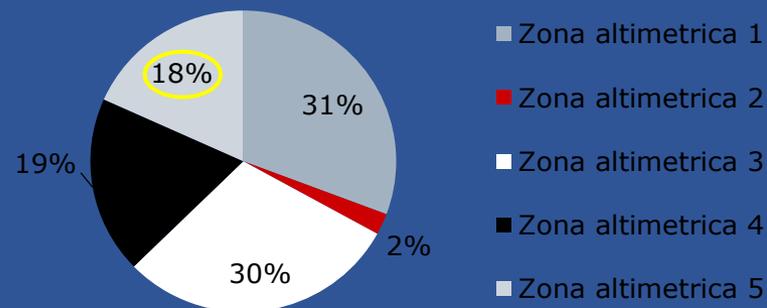
### Comuni Italiani [n°8049]

- zona altimetrica -



### Comuni CARTIS [n°394]

- zona altimetrica -



In CARTIS, sono sottoanalizzati i comuni in Zona Altimetrica 5 (pianura)

# Raccolta dati

## Task 2.1

### CLASSE POPOLAZIONE

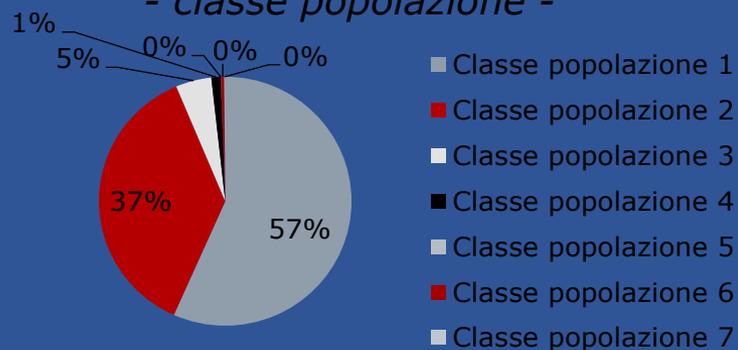
#### Legenda

Classe popolazione 1	<500
Classe popolazione 2	501-2000
Classe popolazione 3	2001-5000
Classe popolazione 4	5001-10000
Classe popolazione 5	10001-50000
Classe popolazione 6	50001-250000
Classe popolazione 7	>250001

	COMUNI ISTAT	CARTIS	Δ
	%	%	%
<b>Classe popolazione 1</b>	<b>57%</b>	<b>39%</b>	<b>-17%</b>
Classe popolazione 2	37%	43%	6%
Classe popolazione 3	5%	11%	7%
Classe popolazione 4	1%	4%	3%
Classe popolazione 5	0%	1%	1%
Classe popolazione 6	0%	2%	1%
Classe popolazione 7	0%	0%	0%

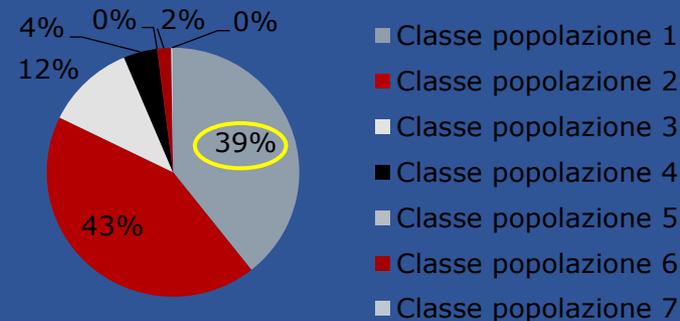
### Comuni Italiani [n° 8049]

- classe popolazione -



### Comuni CARTIS [n° 394]

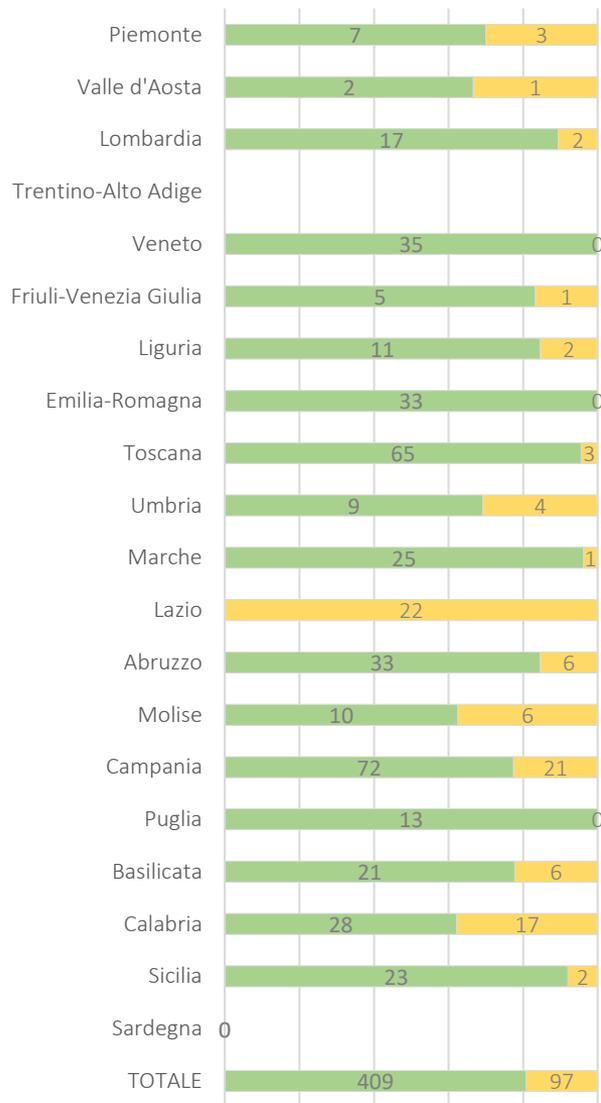
- classe popolazione -



In CARTIS, sono sottoanalizzati i comuni in Classe popolazione 1 (<500 ab.)

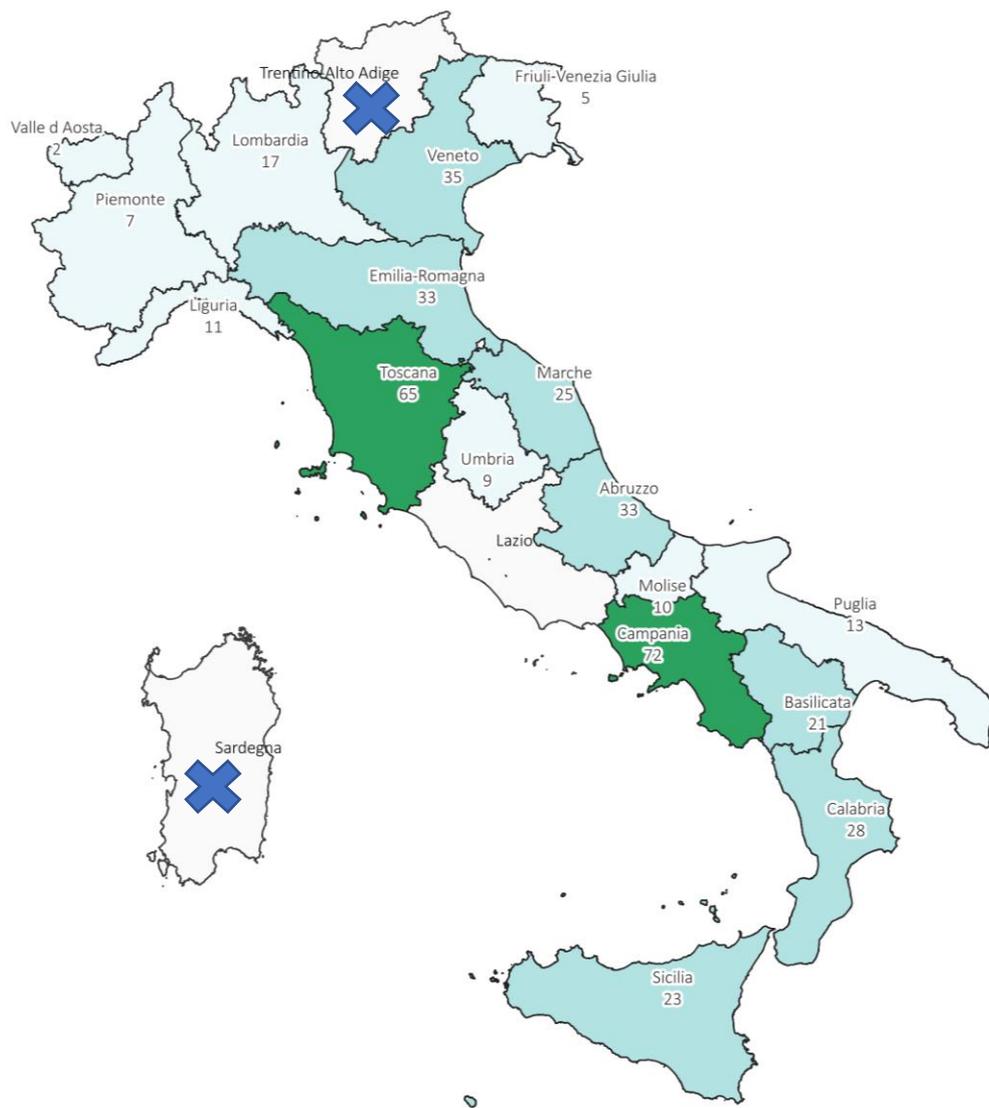
# Comuni investigati

0% 20% 40% 60% 80% 100%

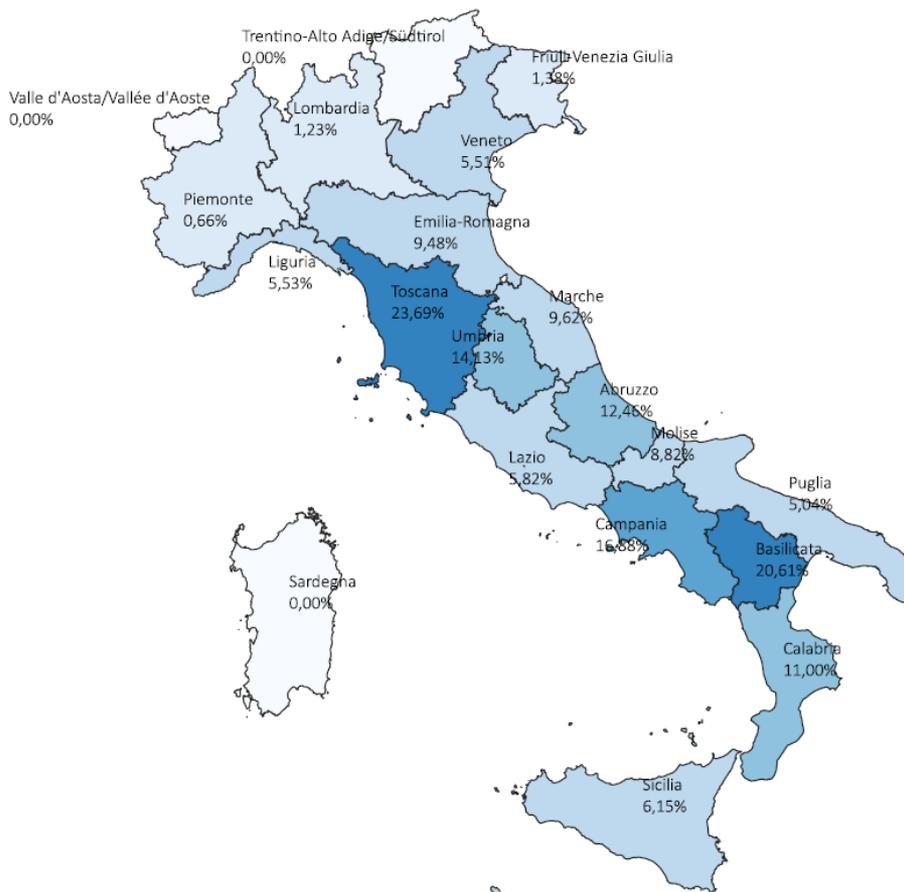
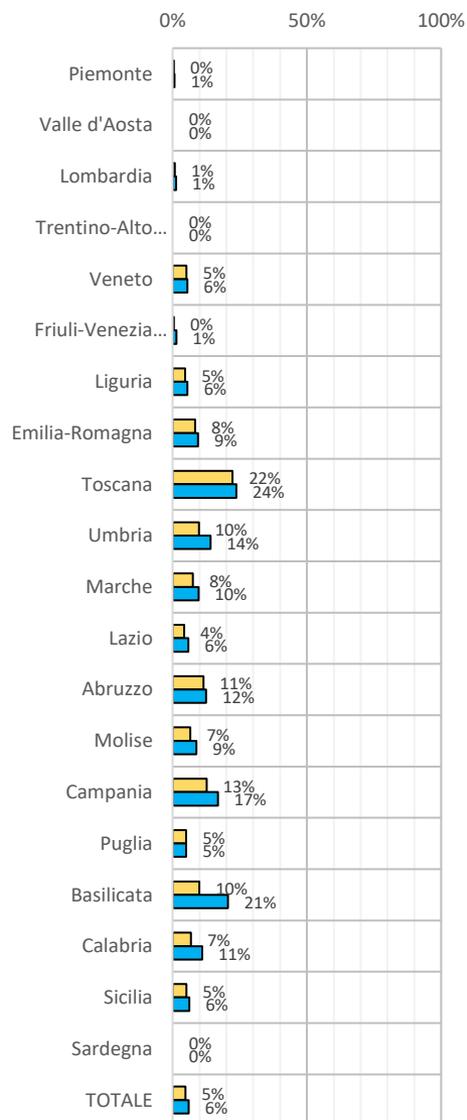


■ schede complete ■ schede in lavorazione

## SCHEDE COMUNI «COMPLETATE»



# Comuni investigati: completezza del rilievo



$$completezza = \frac{\text{comuni rilevati}}{\text{comuni nella regione}}$$

■ schede complete ■ schede totali

- ❖ Il **nord-Italia** è meno rilevato rispetto alle aree centrali e meridionali;
- ❖ La **Toscana** risulta la regione con il più alto indice di rilievo, sia in riferimento alle schede comunali complete che alle schede comunali totali;
- ❖ La **Basilicata** presenta la più alta variazione percentuale di completezza (11%) tra l'analisi sulla base di schede totali e l'analisi sulla base di schede complete;
- ❖ Discrete variazioni di completezza calcolata considerando le schede totali e le schede complete si registrano anche in **Calabria**, **Campania** e **Umbria** (4% circa);
- ❖ La completezza del rilievo a **scala nazionale** è dell'ordine del 5-6%

# Distribuzione delle macro-tipologie verticali (schede «completate»)

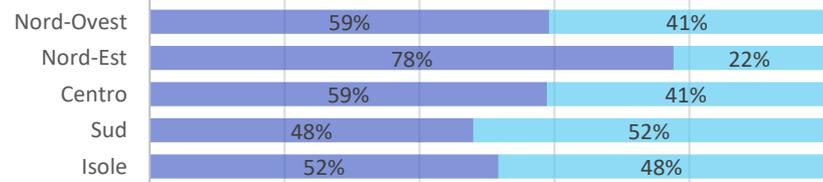
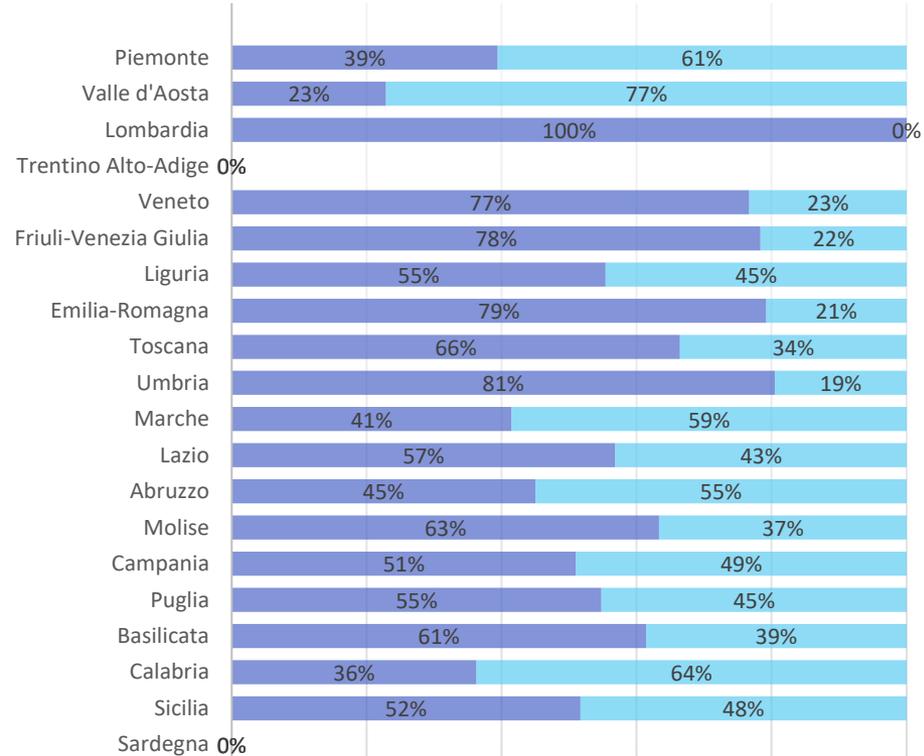
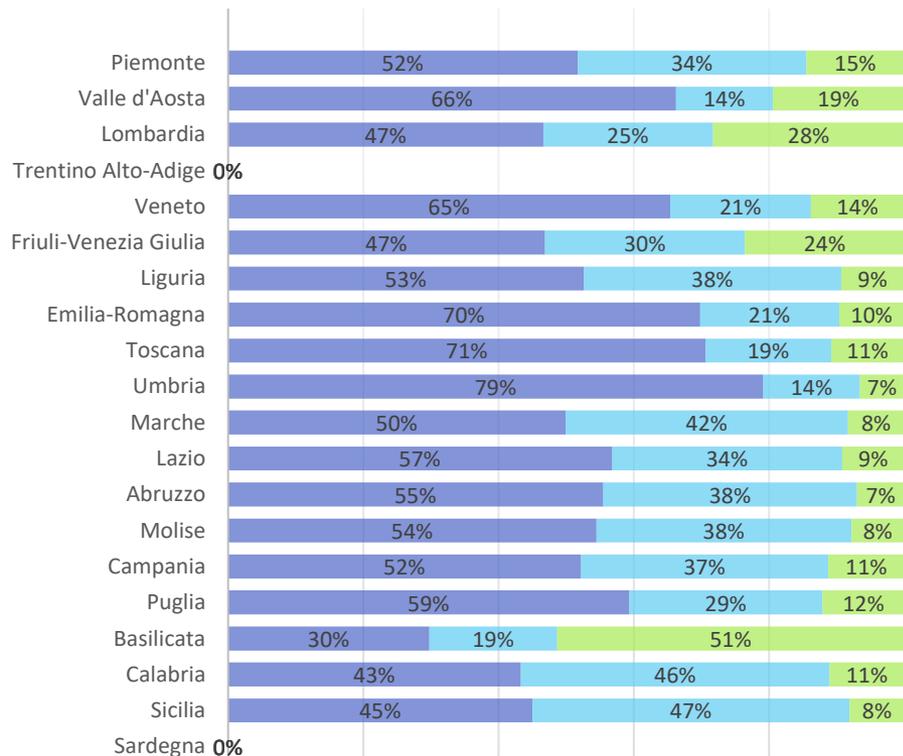
## DATABASE ISTAT2011

[nei soli comuni rilevati CARTIS]

## DATABASE CARTIS

0% 20% 40% 60% 80% 100%

0% 20% 40% 60% 80% 100%

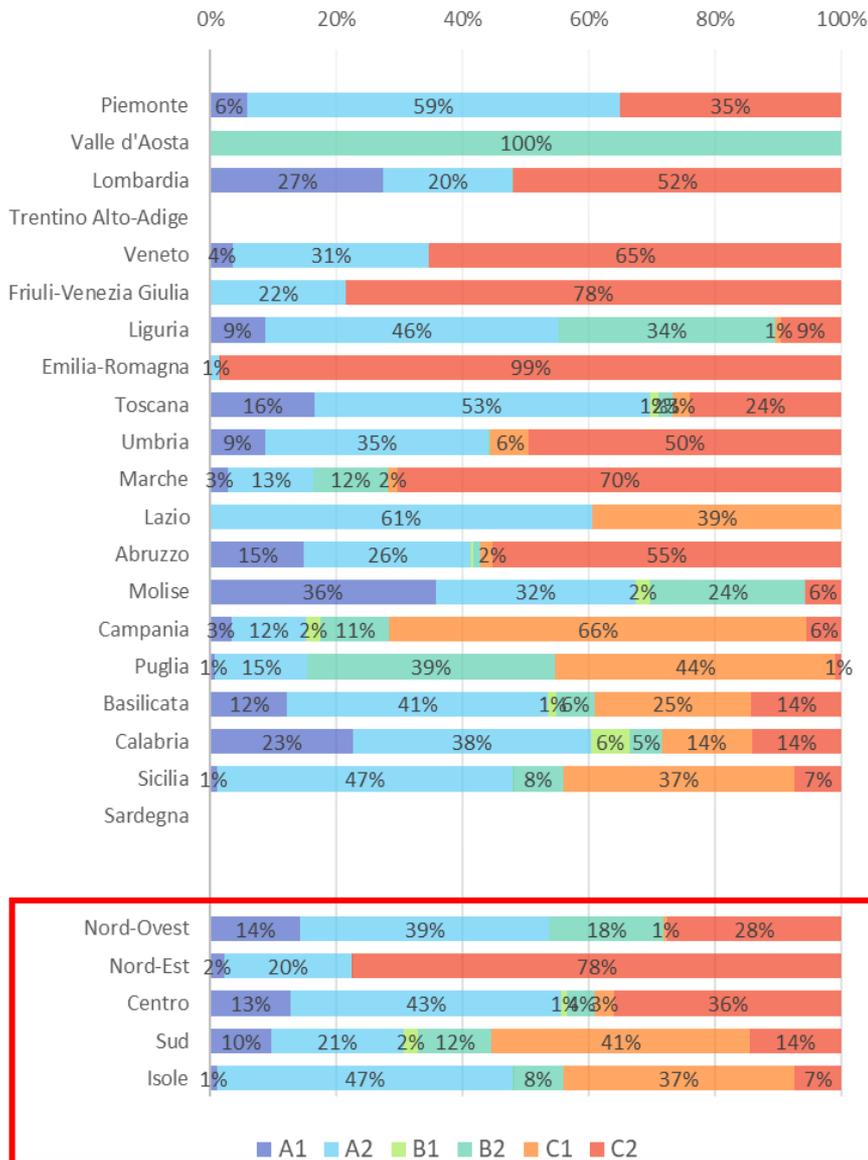


■ muratura ■ cemento armato ■ altre strutture

■ muratura ■ cemento armato

# Distribuzione delle tipologie «MURATURA»

## TIPOLOGIE MURARIE

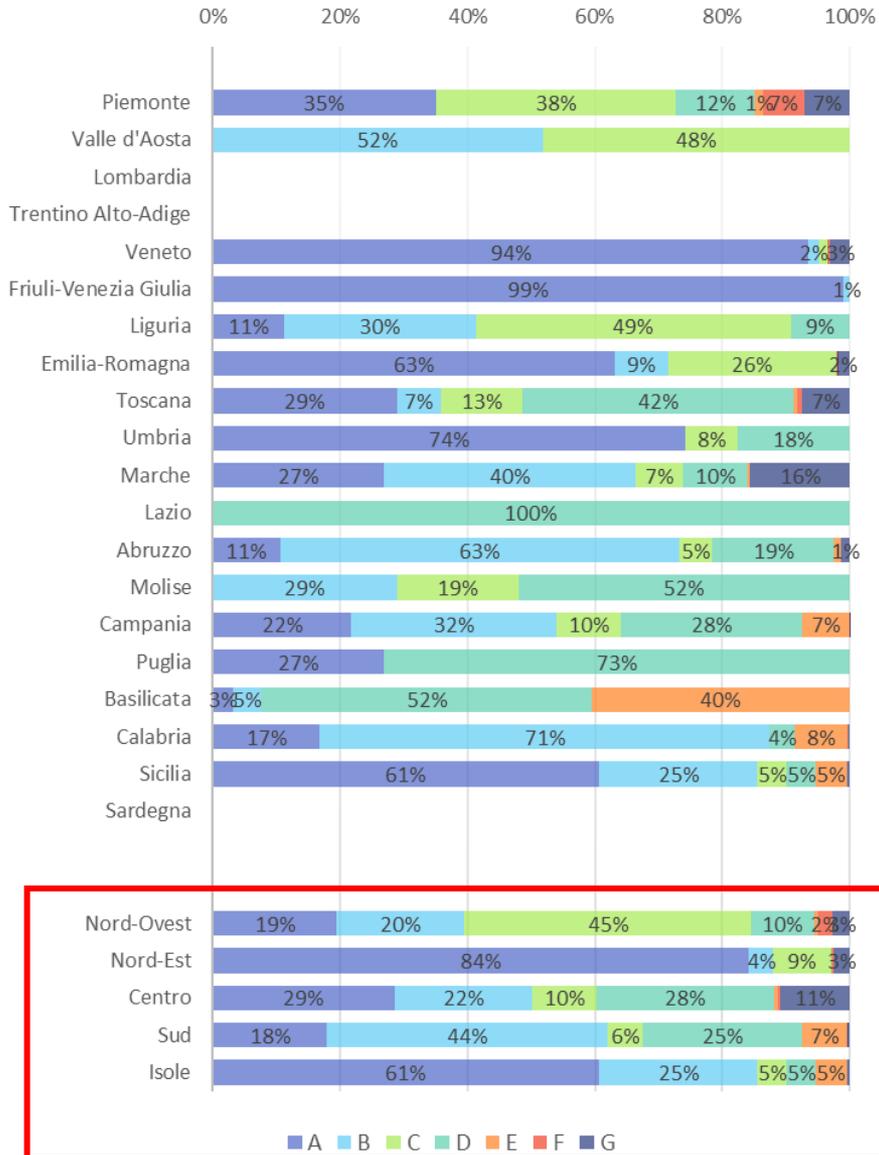


### LEGENDA:

- A1 – Muratura Irregolare (Pietra Arrotondata)
- A2 – Muratura Irregolare (Pietra Grezza)
- B1 – Muratura Sbozzata (Pietra Lastriforme)
- B2 – Muratura Sbozzata (Pietra Pseudo-regolare)
- C1 – Muratura Regolare (Pietra Squadrata)
- C2 – Muratura Regolare (Mattoni)

# Distribuzione delle tipologie «CEMENTO ARMATO»

## TIPOLOGIE CEMENTO ARMATO

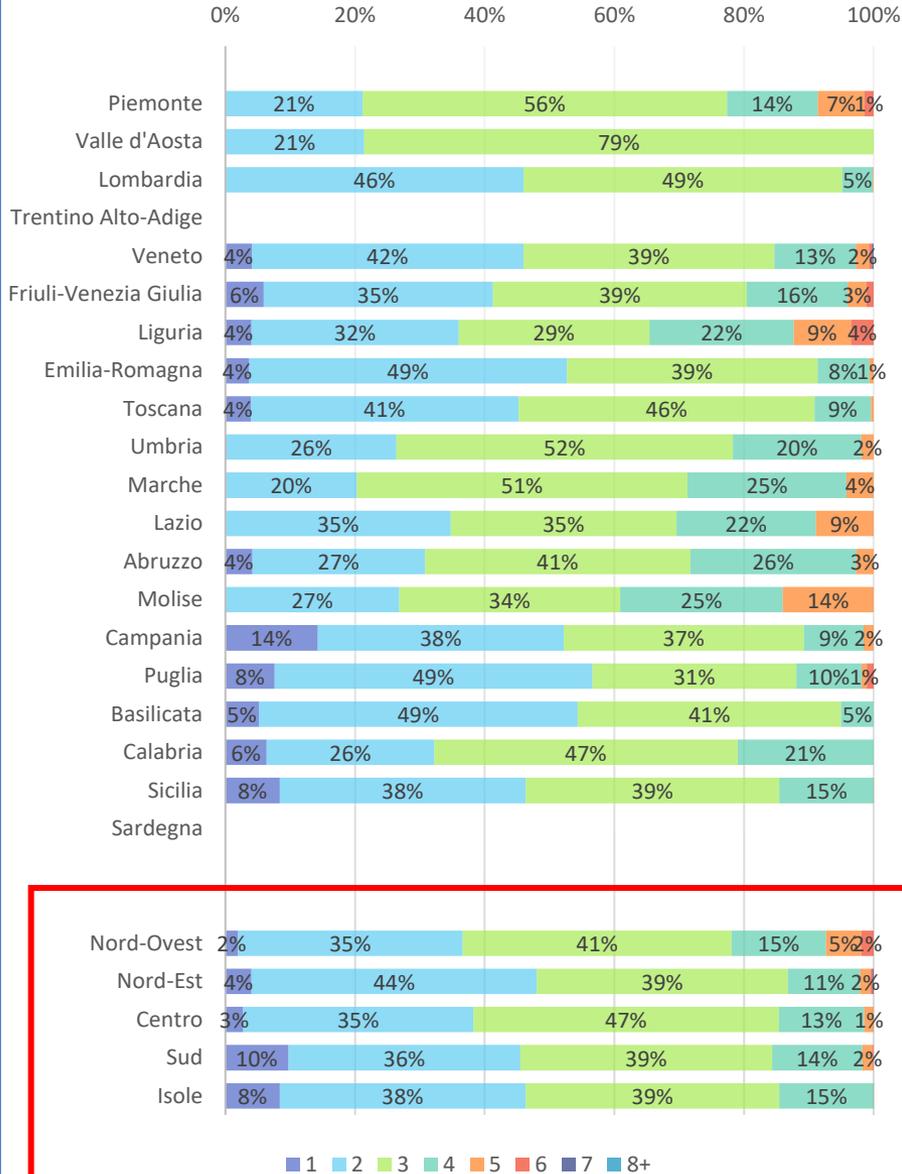


### LEGENDA:

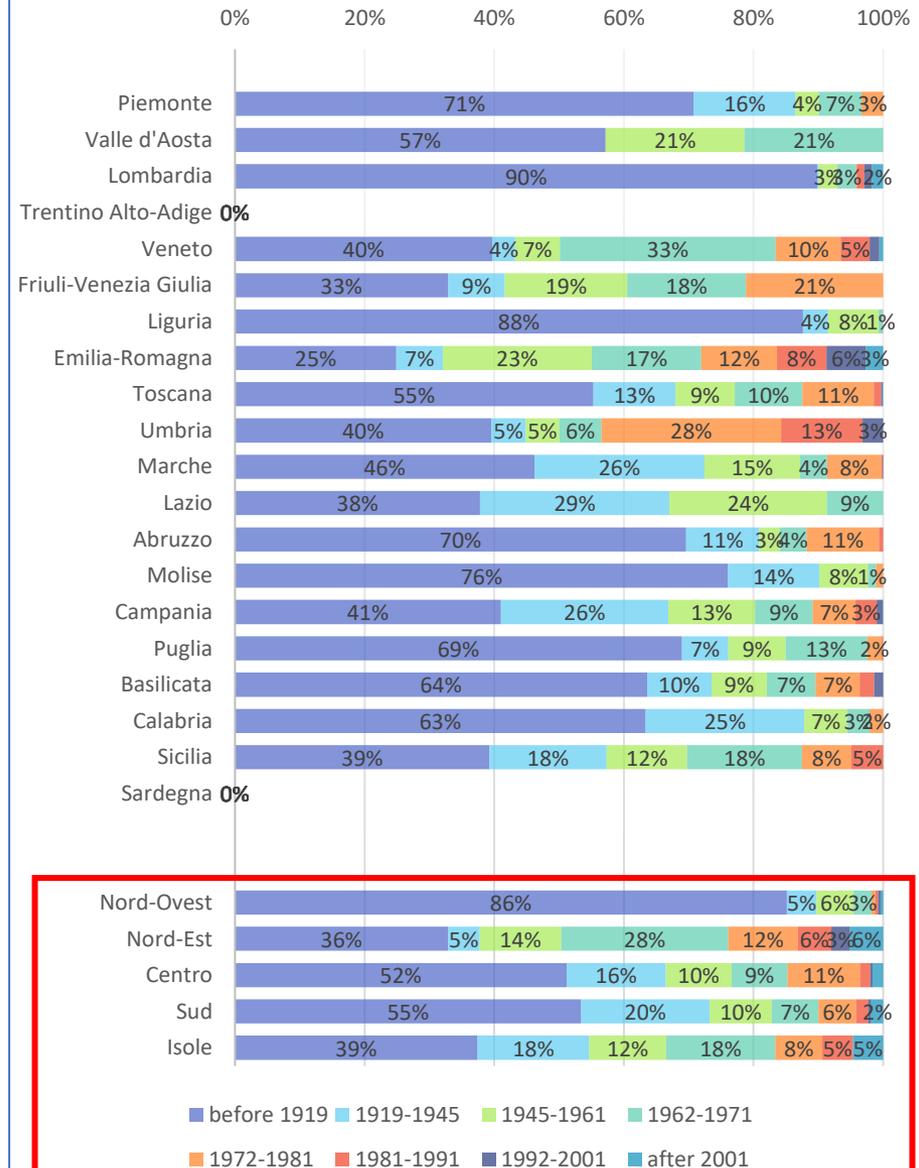
- A – Telai tamponati con murature consistenti
- B – Telai con travi alte e tamponature poco consistenti
- C – Telai con travi in spessore di solaio
- D – Telai con travi alte sul perimetro
- E – Telai e nuclei in C.A.
- F – Setti
- G – Travi a spessore con nuclei/setti

# Dettagli tipologie MURATURA

## OCCORRENZA DEL NUMERO DI PIANI

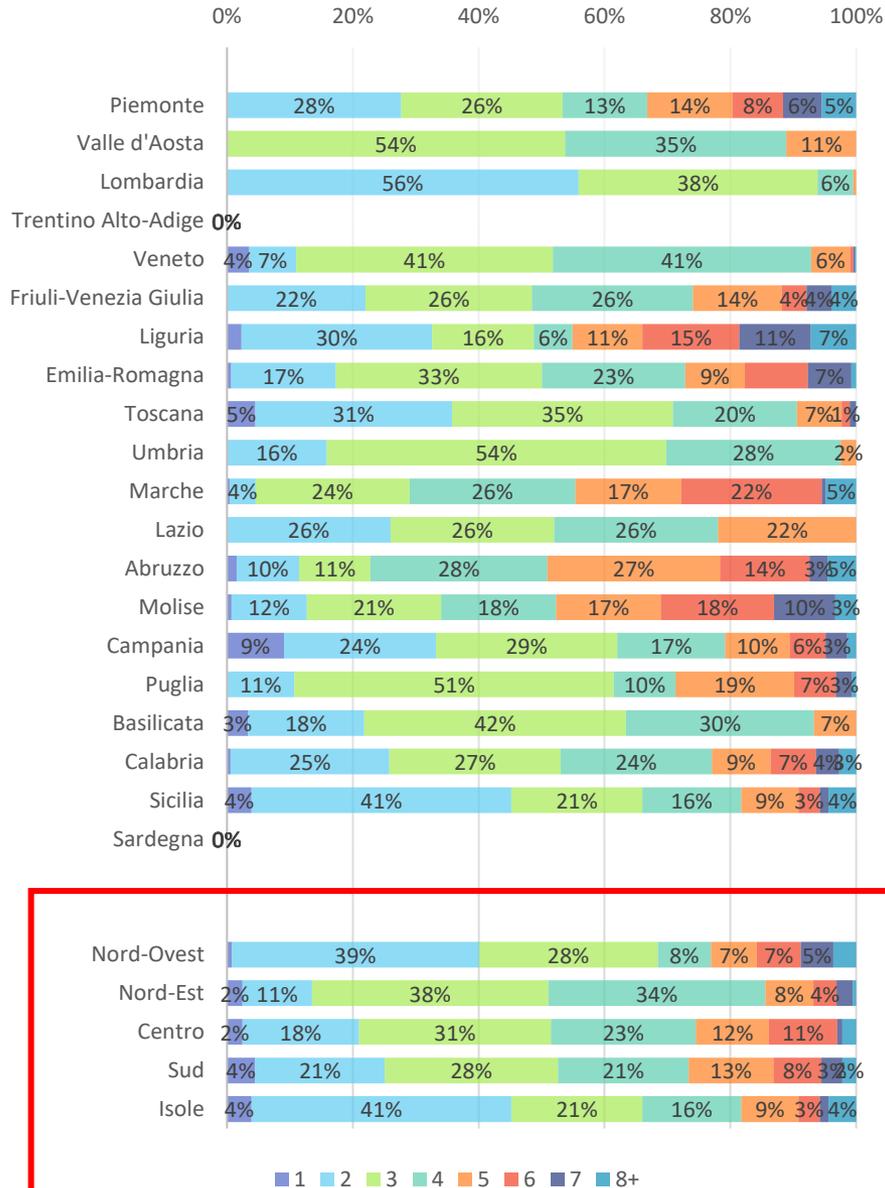


## OCCORRENZA DELLE EPOCHE DI COSTRUZIONE

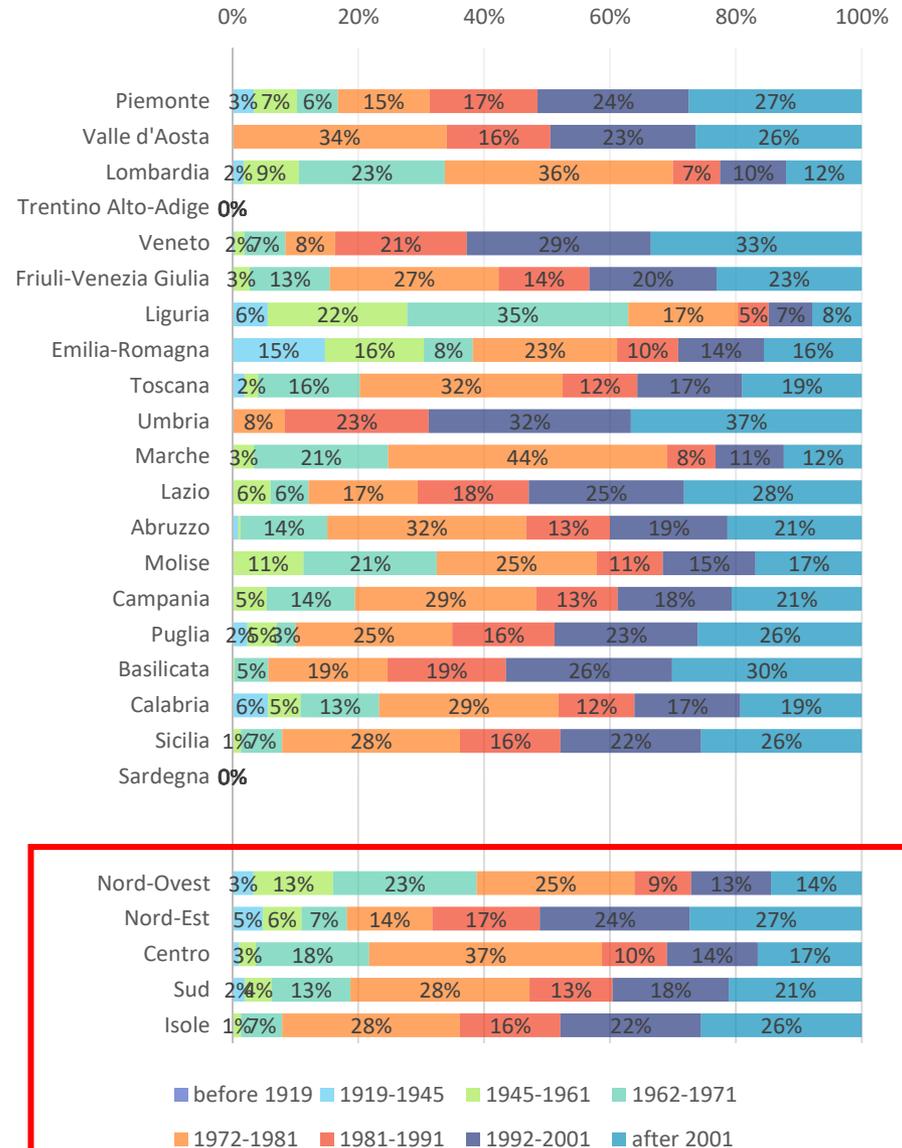


# Dettagli tipologie CEMENTO ARMATO

## OCCORRENZA DEL NUMERO DI PIANI

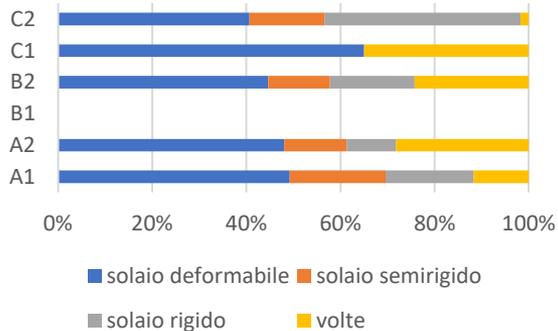


## OCCORRENZA DELL'EPOCA DI COSTRUZIONE

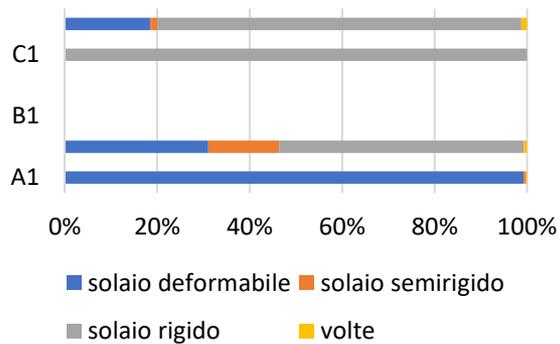


# CORRELAZIONE TV/TH PER GLI EDIFICI IN MURATURA

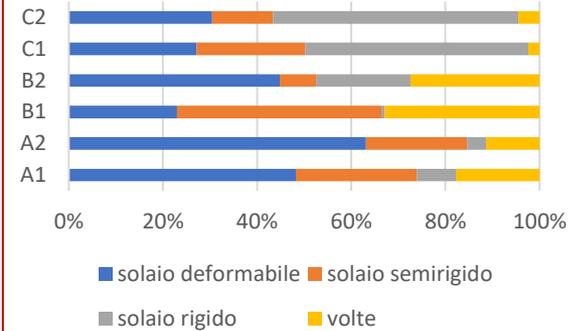
## nord-ovest



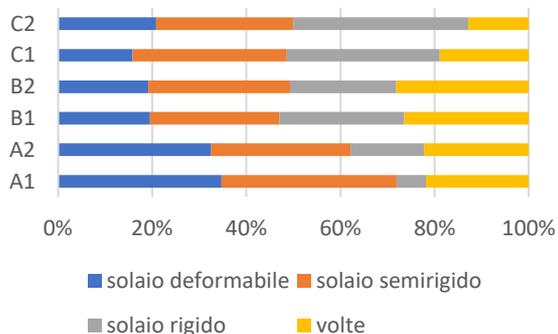
## nord-est



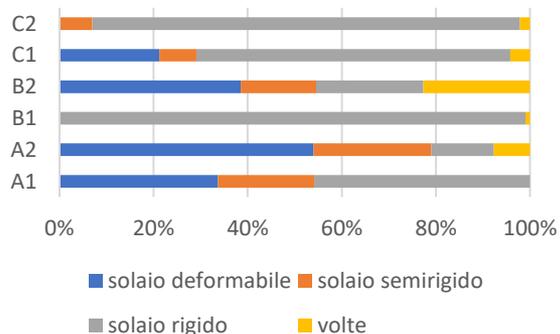
## centro



## sud



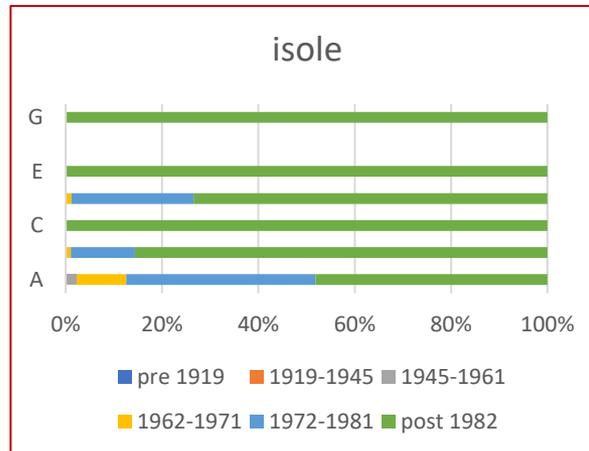
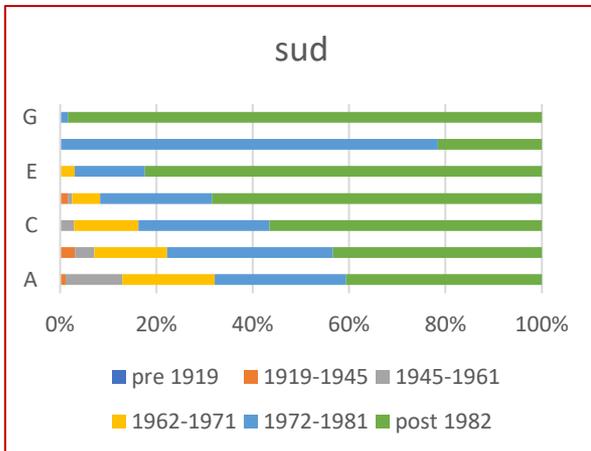
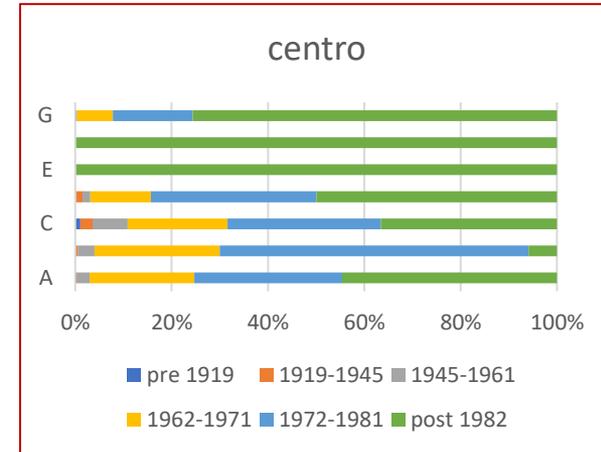
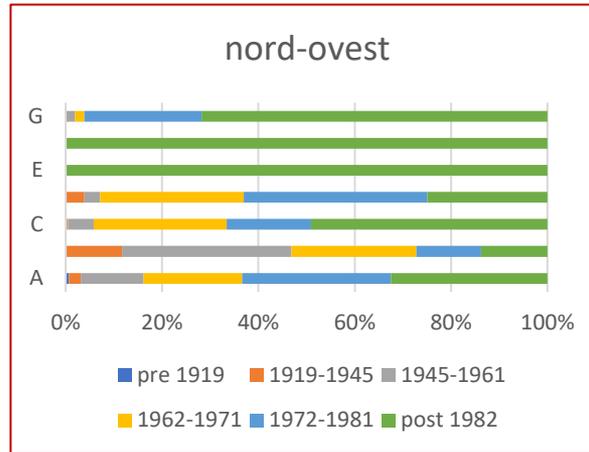
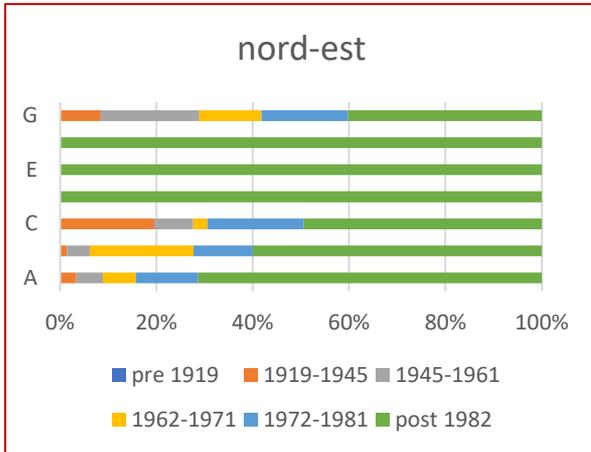
## isole



### LEGENDA:

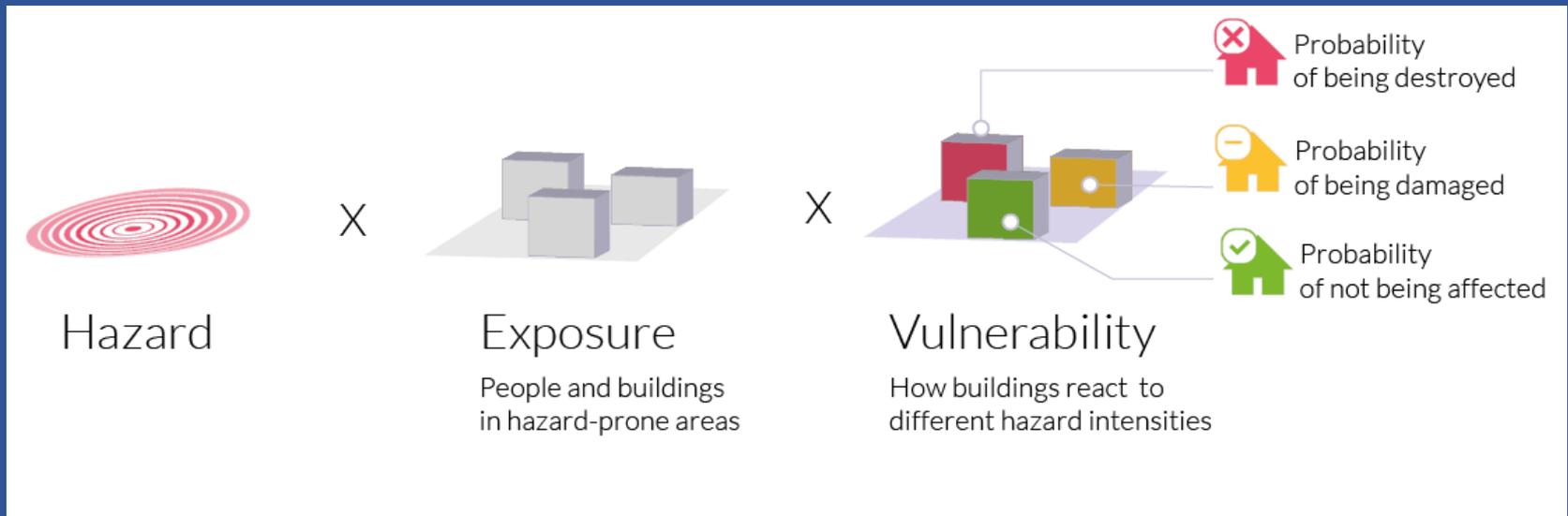
- A1 – Muratura Irregolare (Pietra Arrotondata)
- A2 – Muratura Irregolare (Pietra Grezza)
- B1 – Muratura Sbozzata (Pietra Lastriforme)
- B2 – Muratura Sbozzata (Pietra Pseudo-regolare)
- C1 – Muratura Regolare (Pietra Squadrata)
- C2 – Muratura Regolare (Mattoni)

# CORRELAZIONE TV-EPOCHE PER GLI EDIFICI IN C.A.



## LEGENDA:

- A – Telai tamponati con murature consistenti
- B – Telai con travi alte e tamponature poco consistenti
- C – Telai con travi in spessore di solaio
- D – Telai con travi alte sul perimetro
- E – Telai e nuclei in C.A.
- F – Setti
- G – Travi a spessore con nuclei/setti



## Modelli locali di vulnerabilità sismica

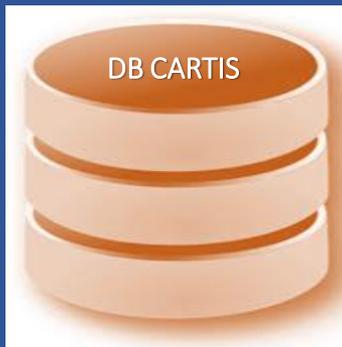
# Analisi di Esposizione

## Task 2.3.1

### Unità partecipanti:

1. UNINA-a (Zuccaro); 6. UNIBAS (Masi); 21. UNINA-d (Di Ludovico/Polese/Prota); 28. UNIRC (Fuschi); 30. UNIVPM (Lenci)

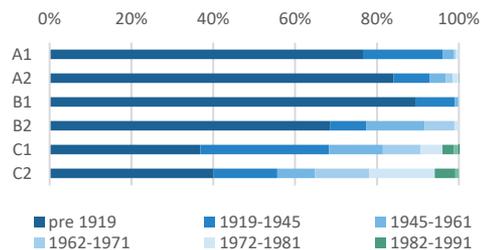
- *Valutazioni di affidabilità del database CARTIS.*
- *Valutazione delle correlazione con i parametri ISTAT.*
- *Analisi di esposizione dei centri storici.*
- *Regionalizzazione delle tipologie edilizie prevalenti (in classi di vulnerabilità).*



### Analisi principali caratteristiche:

- Struttura verticale
- Età dell'edificio
- Numero di piani
- ....

Es. Struttura verticale MUR /Età (SUD)



#### LEGENDA MURATURA

A1 – Pietra arrotondata      A2 – Pietra grezza  
 B1 – Pietra lastriforme      B2 – Pietra pseudo regolare  
 C1 – Pietra squadrata      C2 – Mattoni



Metodologia per  
 l'assegnazione delle  
 classi di vulnerabilità  
 (es. SAVE)

# Analisi di Esposizione

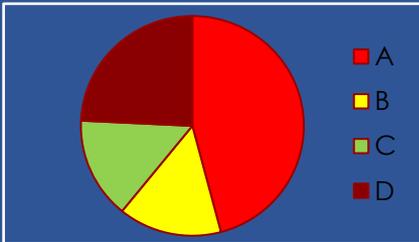
## Task 2.3.1

### Unità partecipanti:

- 1. UNINA-a (Zuccaro); 6. UNIBAS (Masi); 21. UNINA-d (Di Ludovico/Polese/Prota); 28. UNIRC (Fuschi); 30. UNIVPM (Lenci)



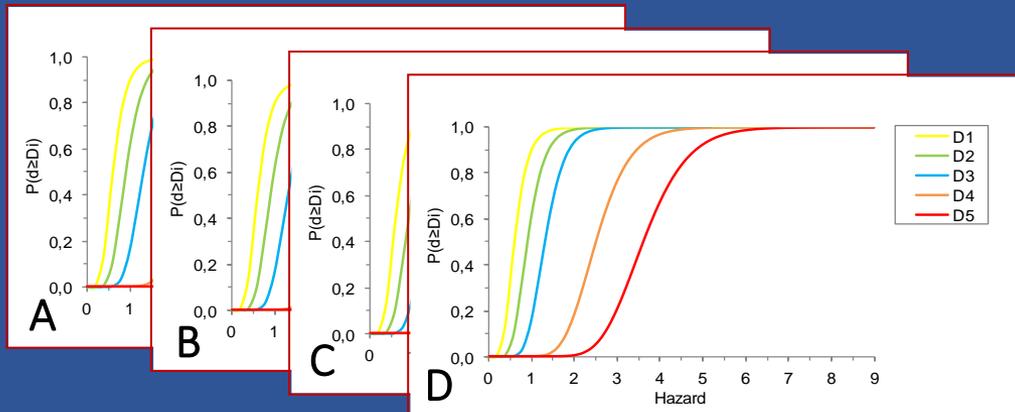
### DISTRIBUZIONI CLASSI DI VULNERABILITA'



# Analisi di Vulnerabilità delle tipologie in Muratura, C.A. e Grandi Luci

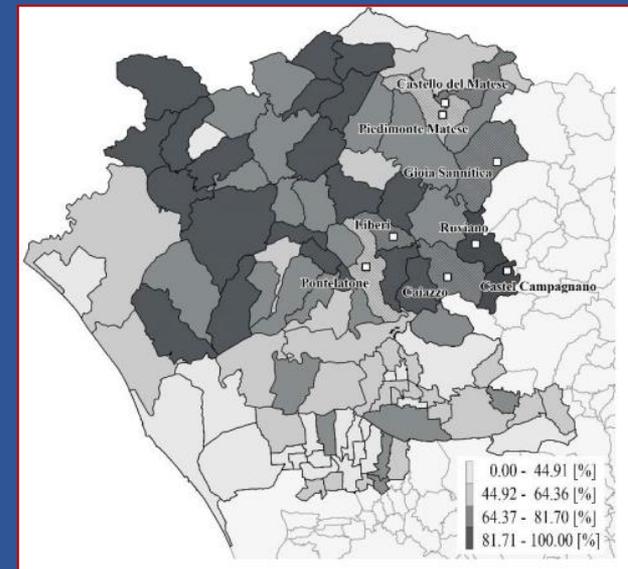
## Task 2.3.2– 2.3.3– 2.3.5

- *Regionalizzazione delle tipologie edilizie prevalenti allo scopo di associare ad esse le opportune **classi di vulnerabilità**.*
- *Valutazione di **curve di vulnerabilità** regionali per classi tipologiche in "muratura/ c.a. Grandi luci" costruite sulla base del database CARTIS, attraverso: metodi meccanici su modelli costruiti nel rispetto delle caratteristiche tipologico-strutturali definite attraverso il DB CARTIS.*
- *Analisi di vulnerabilità degli **aggregati** strutturali in muratura (solo per MURATURE).*
- ***Confronti** con curve di fragilità/vulnerabilità sviluppate nell'ambito del WP4-MARS.*



## Unità partecipanti:

1. UNINA-a (Zuccaro);
2. IUAV ( Faccio/Saetta);
3. POLIBA (Uva);
4. POLIMI (Cardani);
5. POLITO (Chiaia);
6. UNIBAS (Masi);
7. UNIBO (Savoia);
9. UNICAL-b (Olivito);
10. UNICH-a (Brando);
14. UNIFI-a (Vignoli);
15. UNIFI-b (De Stefano);
16. UNIGE (Lagomarsino);
17. UNIMOL (Callari);
18. UNICAMPANIA (De Matteis);
19. UNINA-b (Calderoni/Brandonisio);
20. UNINA-c (Landolfo);
21. UNINA-d ( Di Ludovico/Polese/Prota);
22. UNINA-e (Verderame);
23. UNINA-f (Formisano);
24. UNIPA (Colajanni/ Cavaleri);
25. UNIPD-a (da Porto);
26. UNIPD-b (Valluzzi);
27. UNIPG (Borri);
29. UNITN ( Piazza);
31. UNICAS (Imbimbo);
32. UNICUSANO (Ferracuti).



# Analisi di Vulnerabilità delle tipologie in Muratura, C.A. e Grandi Luci

Task 2.3.2– 2.3.3– 2.3.5

$$P_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \left(\frac{\mu_{D,o}}{5}\right)^k \left(1 - \frac{\mu_{D,o}}{5}\right)^{5-k}$$

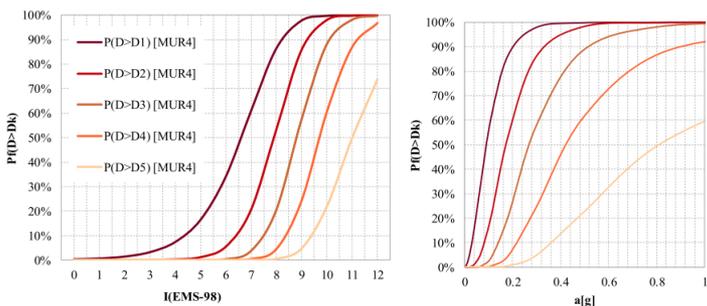
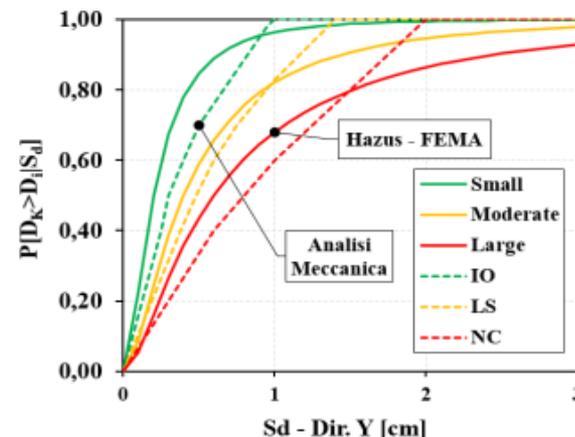
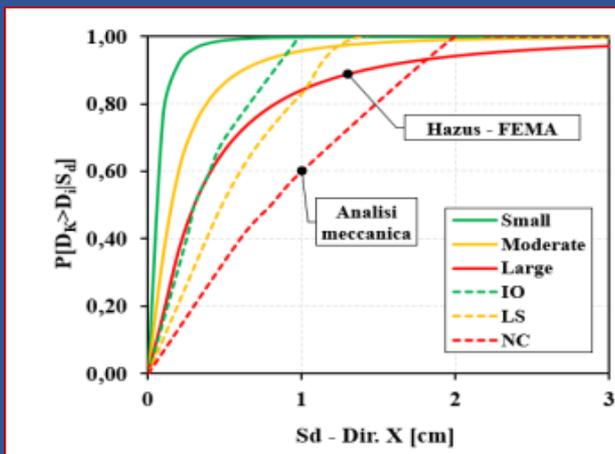
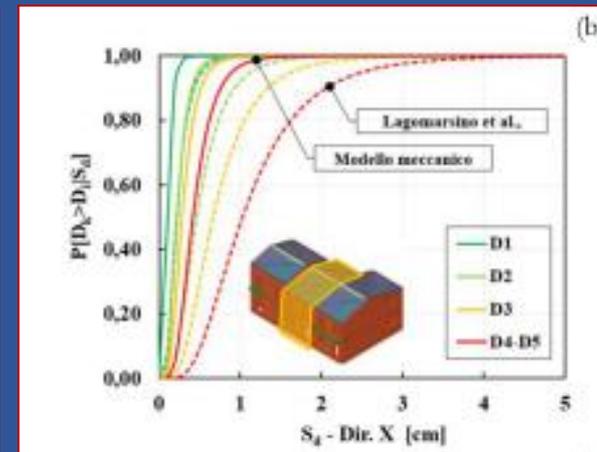
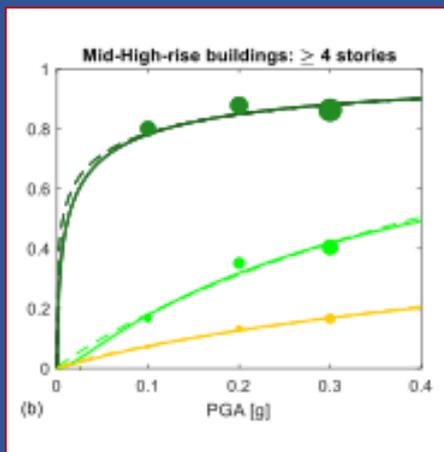


Figura 33. Curve di fragilità per la tipologia MUR4



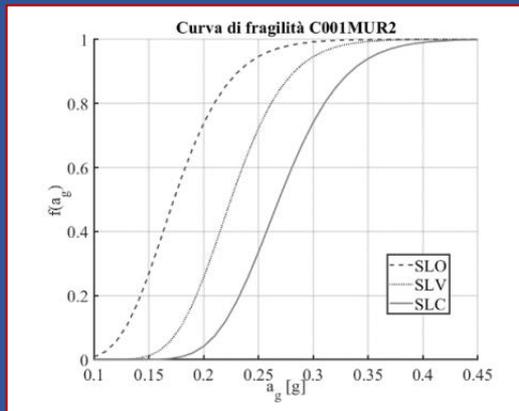
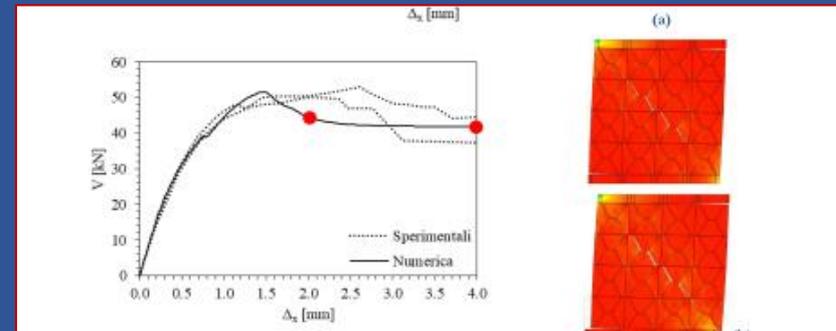
# Analisi di Meccanica e Dinamica computazionale applicata ad analisi di vulnerabilità regionali

## Task 2.3.5

- Analisi statiche e dinamiche di famiglie di strutture in **muratura** e **cemento armato** soggette ad azioni sismiche allo scopo di fornire **utili indicazioni allo sviluppo di curve di vulnerabilità** delle tipologie edilizie definite attraverso il database CARTIS, specie con riferimento ai livelli di danno alti (**D4 e D5**).

Unità partecipanti:

8. UNICAL-a (Garcea); 10. UNICH-a (Brando); 12. UNIFE-a (Minghini); 13. UNIFE-b (Tullini); 21. UNINA-d (Di Ludovico/Polese/Prota); 30. UNIVPM (Lenci); 32. UNICUSANO (Ferracuti).



**Progetto simulato per TIPOLOGIE**

Parametri modello:

- Numero di piani;
- Altezza d'interpiano;
- Dimensione in pianta;
- Rapporto di forma in pianta ( $L_x/L_y$ );
- Disposizione tamponature in elevazione;
- Consistenza delle tamponature ( $G_w$ )
- $f_c$
- $f_y$
- Parametri di capacità

**Modellazione FEM**

# Analisi di rischio a scala territoriale

## Task 2.3.6

- Sviluppo di **analisi di rischio a scala territoriale** (comunale e regionale) con l'ausilio dei modelli di vulnerabilità (esposizione e vulnerabilità) desunti a partire dal database **CARTIS** dalle curve di vulnerabilità.
- **Comparazione** dei risultati ottenuti con le analisi di rischio e scenario prodotte con la piattaforma **IRMA**.

### Unità partecipanti :

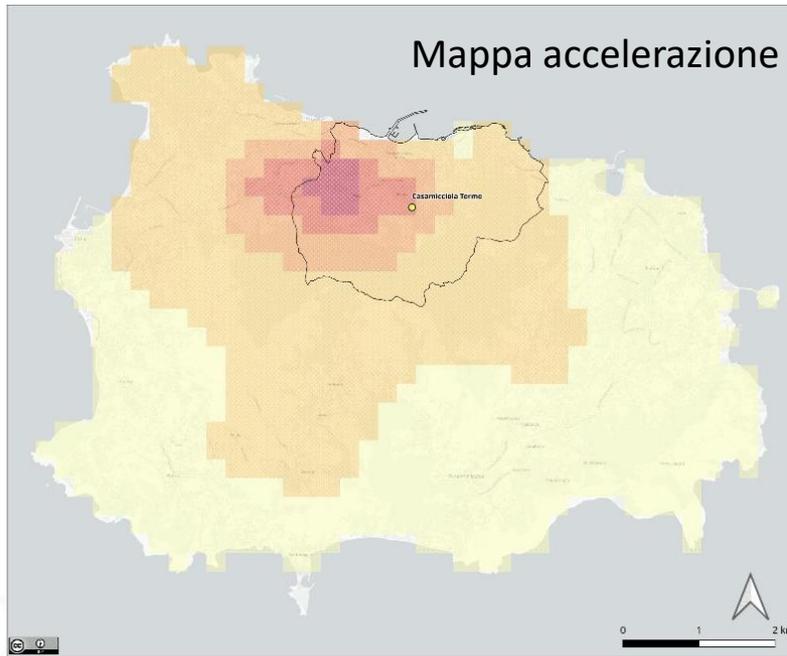
1. UNINA-a (Zuccaro); 3. POLIBA (Uva); 6. UNIBAS (Masi); 14. UNIFI-a (Vignoli); 18. UNICAMPANIA (De Matteis); 19. UNINA-b (Calderoni/Brandonisio); 21. UNINA-d ( Di Ludovico/Polese/Prota); 22. UNINA-e (Verderame); 23. UNINA-f (Formisano).

### Esempio: Ischia (evento 21 agosto 2017- Mw=3.91, P=1.5km)

### Esposizione: Scheda CARTIS 6 Comuni + 2000 schede CARTIS Edificio)

Mapa dell'accelerazione del terremoto 21 agosto 2017 elaborata a partire dall'intensità macrosismica rilevata.

**Legenda**  
 □ Comune Casamicciola  
 Accelerazione [g]  
 0,003 - 0,015  
 0,015 - 0,05  
 0,05 - 0,1  
 0,1 - 0,15  
 0,15 - 0,26



P.LIN.I.V.S. | Centro Studi per l'Ingegneria Vulcanica Sismica e Idrogeologica  
 Centro Interdipartimentale di Ricerca L.U.P.T. "Raffaele d'Ambrosio"

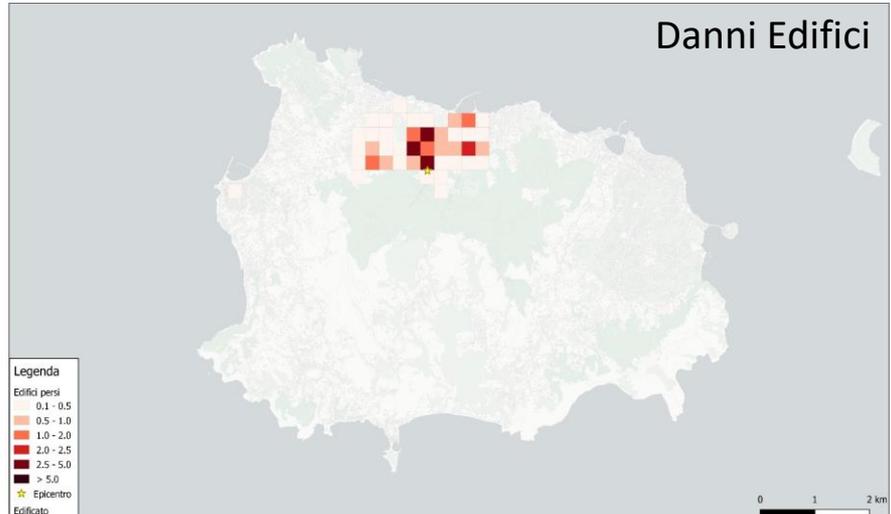
SCENARIO EVENTO SISMA  
 Ischia  
 2017-08-21 ID-8138



DANNO EDIFICI: Mapa della distribuzione del numero di edifici crollati (D4/D5) - Valori Medi -

NOTE  
 Fonte dati di pericolosità valutati dall'INGV e PLINIVS

**Legenda**  
 Edifici persi  
 0,1 - 0,5  
 0,5 - 1,0  
 1,0 - 2,0  
 2,0 - 2,5  
 2,5 - 5,0  
 > 5,0  
 ☆ Epicentro  
 Edificato



# Analisi di rischio a scala territoriale

## Task 2.3.6

Esempio: Ischia (evento 21 agosto 2017- Mw=3.91, P=1.5km)

*Impatto sugli edifici ordinari (Collassi D4+D5; Inagibili D5+D4+0,6D3)*

COMUNE	MIN		MEDIUM		MAX	
	COLLASSI	INAGIBILI	COLLASSI	INAGIBILI	COLLASSI	INAGIBILI
Casamicciola Terme	11	35	25	73	49	130
Forio	0	1	0	2	2	16
Lacco Ameno	2	7	6	21	14	48
Serrara Fontana	0	1	0	1	0	3
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>44</b>	<b>31</b>	<b>97</b>	<b>65</b>	<b>197</b>
<b>TOTALE IRMA</b>		D1	D2	D3	D4	D5
		720	256	118	35	8

Unità di analisi:  
cella 250x250m

Unità di analisi:  
comune

**$D4+D5=43$**   
 **$D5+D4+0,6D3=114$**

*Impatto sulla popolazione (occupanti)*

COMUNE	MIN			MEDIUM			MAX		
	MORTI	FERITI	SENZATETTO	MORTI	FERITI	SENZATETTO	MORTI	FERITI	SENZATETTO
Barano d'Ischia	0	0	0	0	0	2	0	0	6
Casamicciola Terme	0	1	22	0	2	51	1	4	103
Forio	0	0	2	0	0	12	0	0	34
Ischia	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lacco Ameno	0	0	12	0	1	31	1	2	67
Serrara Fontana	0	0	1	0	0	3	0	0	10
<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>99</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>221</b>

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## **OBIETTIVI RAGGIUNTI nel triennio 2019-2021**

1. **CARATTERIZZAZIONE LOCALE DELL'ESPOSIZIONE (Task 2.1, Task 2.3.1)**
2. **MANUTENZIONE EVOLUTIVA WEB APPLICATION E DATABASE CARTIS (Task 2.2)**
2. **MODELLI DI VULNERABILITA' A SCALA LOCALE (Curve o Indici di Vulnerabilità):**
  - **MURATURA (18 modelli) – Task 2.3.2**
  - **CEMENTO ARMATO (10 modelli) – Task 2.3.3**
  - **GRANDI LUCI (5 modelli) – Task 2.3.4**
3. **ANALISI DI MECCANICA E DINAMICA COMPUTAZIONALE APPLICATA AD ANALISI DI VULNERABILITÀ REGIONALI (Task 2.3.5)**
4. **ANALISI DI IMPATTO TERRITORIALI (Task 2.3.6)**

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## PRODOTTI

1. RACCOLTA DATI (CARTIS, CARTIS EDIFICIO, CARTIS GRANDI LUCI).
2. SCHEDA CARTIS CHIESE RELATIVO MANUALE
3. MANUTENZIONE EVOLUTIVA WEB APPLICATION
4. MODELLI DI VULNERABILITA' A SCALA LOCALE

## SVILUPPI FUTURI

- Incrementare la raccolta dati **CARTIS** e **CARTIS EDIFICIO**
- Irrobustire il database **CARTIS GL** per la validazione della scheda
- Implementare la **CARTIS CHIESE** nella web application
- Sviluppare **ulteriori analisi di rischio locali**
- Meglio calibrare i dati di esposizione a scala regionale per le analisi di rischio in **IRMA** (WP4, MARS)

A DOMANI...



*Tetti di Bagheria,*  
Renato Guttuso, 1984

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE.**