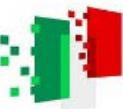




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



| Ore 15:30 / 17:30

SEMINARIO TEAM PROGETTO PILOTA 4.7.1
C/O SALA CONSILIARE, COMUNE DI PALIZZI (RC)

SALUTI ISTITUZIONALI

Dott. UMBERTO FELICE **NOCERA**
Sindaco di Palizzi

Dott. SANTO **CASILE**
Sindaco di Bova

GLI AVANZAMENTI DELLA Sperimentazione E IL TRASFERIMENTO IN PIATTAFORMA DIGITALE "ECOPHYGITAL"

A cura di tutto il **Team PP 4.7.1** con **Wewit S.r.l.**
(consulente per la realizzazione della piattaforma)

| Ore 17:30 / 18:30

INTERVENTI E DIBATTITO

Associazioni, Enti e cittadini del territorio



Spoke 4: Salvaguardia e valorizzazione del patrimonio naturale e culturale e dell'identità dei territori - Tecnologie per un patrimonio culturale e naturale resiliente e accessibile - Pilot Project 4.7.1: Piattaforma aperta "phigital space" (fisica e digitale) del tipo "user profiling" per il co-design avanzato e dinamico degli interventi sul costruito ed ex novo

tech4you SPOKE _4_ GOAL 7_ PP _1_

PROGETTO TECH4YOU/ SPOKE 4
PROGETTO PILOTA: **CO-DESIGN PER LA SICUREZZA DEL PATRIMONIO CULTURALE E NATURALE**
Tutela e valorizzazione dei beni culturali e naturali in scenari multirischio di cambiamento climatico

(strutturale e ambientale)

3 scenari_ 2030_2050_2085

(1 PILOT/Phigital Platform)



SPOKE _4_ GOAL 7_ PP _1_

RISULTATI ATTESI: **Processi innovative e Tecnologie Emergenti con approccio “phigital design” _ la realizzazione di una piattaforma fisica (Living Lab) e digitale (ICTuser profiling) per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali (centro storico e edificio tutelato) e naturali (litorale costiero) in scenari multirischio di cambiamento climatico, nei territori interni delle comunità dell’Area Grecanica**

(casi prototipi_ Bova e Palizzi Marina)



1_Ecophigital Actions Laboratories:

che esprime l'insieme delle attività relative alle azioni, organizzate e svolte da 2 Laboratori tematici/disciplinari - SSL Laboratorio Sicurezza Strutturale (per le azioni 1/7) e - CSL Laboratorio Scenari Climatici (per le azioni 8/9). Le attività svolte dai laboratori con i responsabili delle azioni e del gruppo di lavoro, sono realizzate attraverso la messa a disposizione di risorse strumentali (soft e attrezzature) che sono già in possesso dei gruppi di ricerca e che si prevede di potenziare con il piano di spesa del progetto T4Y.

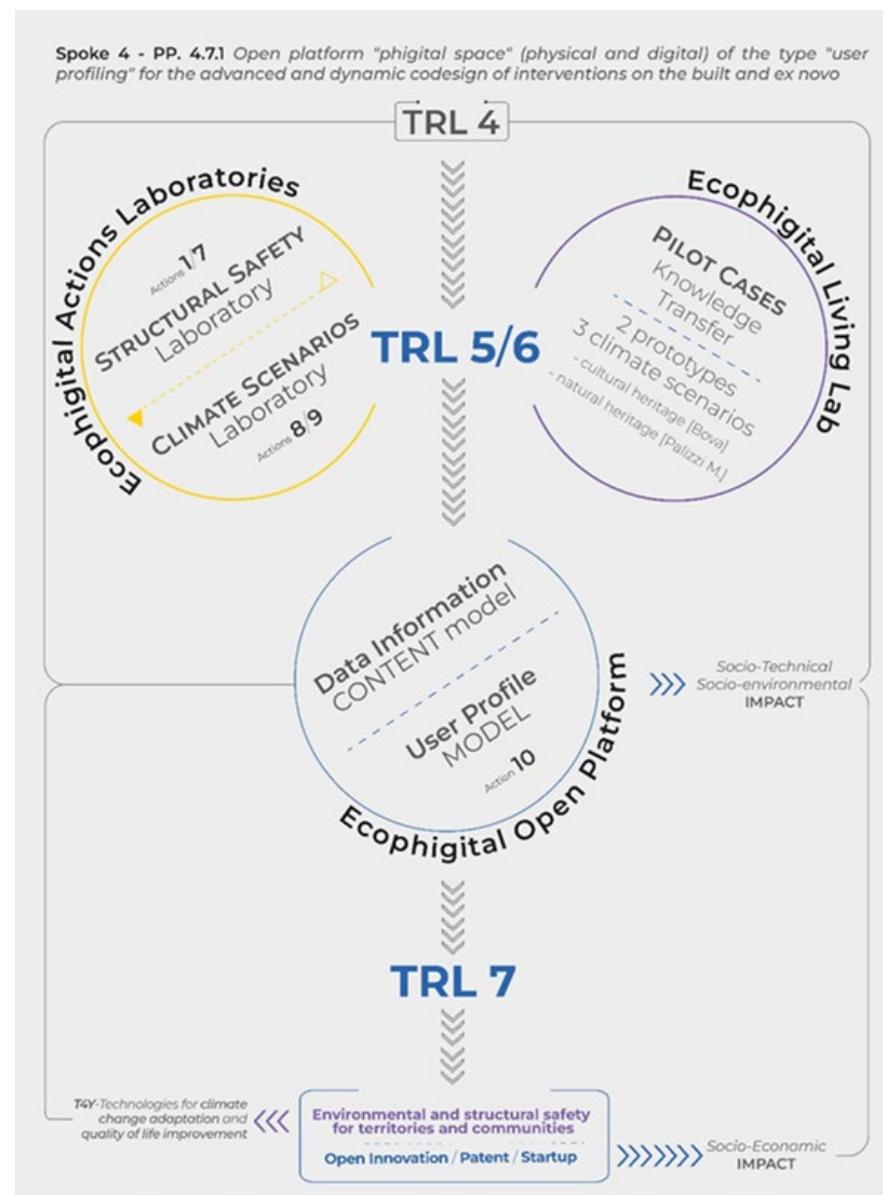
2_Ecophigital Living lab:

si riferisce al trasferimento delle azioni e delle attività di ricerca ai livelli di conoscenza per la sperimentazione applicata sui 2 casi studio selezionati (Comune di Bova e Comune di Palizzi Marina - Comuni delle aree interne dell'Area Grecanica della Città Metropolitana di Reggio Calabria, studiati sui 3 scenari climatici (2030, 2050, 2085), come «prototipi» da utilizzare per l'acquisizione dei dati e delle informazioni che popoleranno i dati-informazioni della piattaforma digitale di profilazione degli utenti.

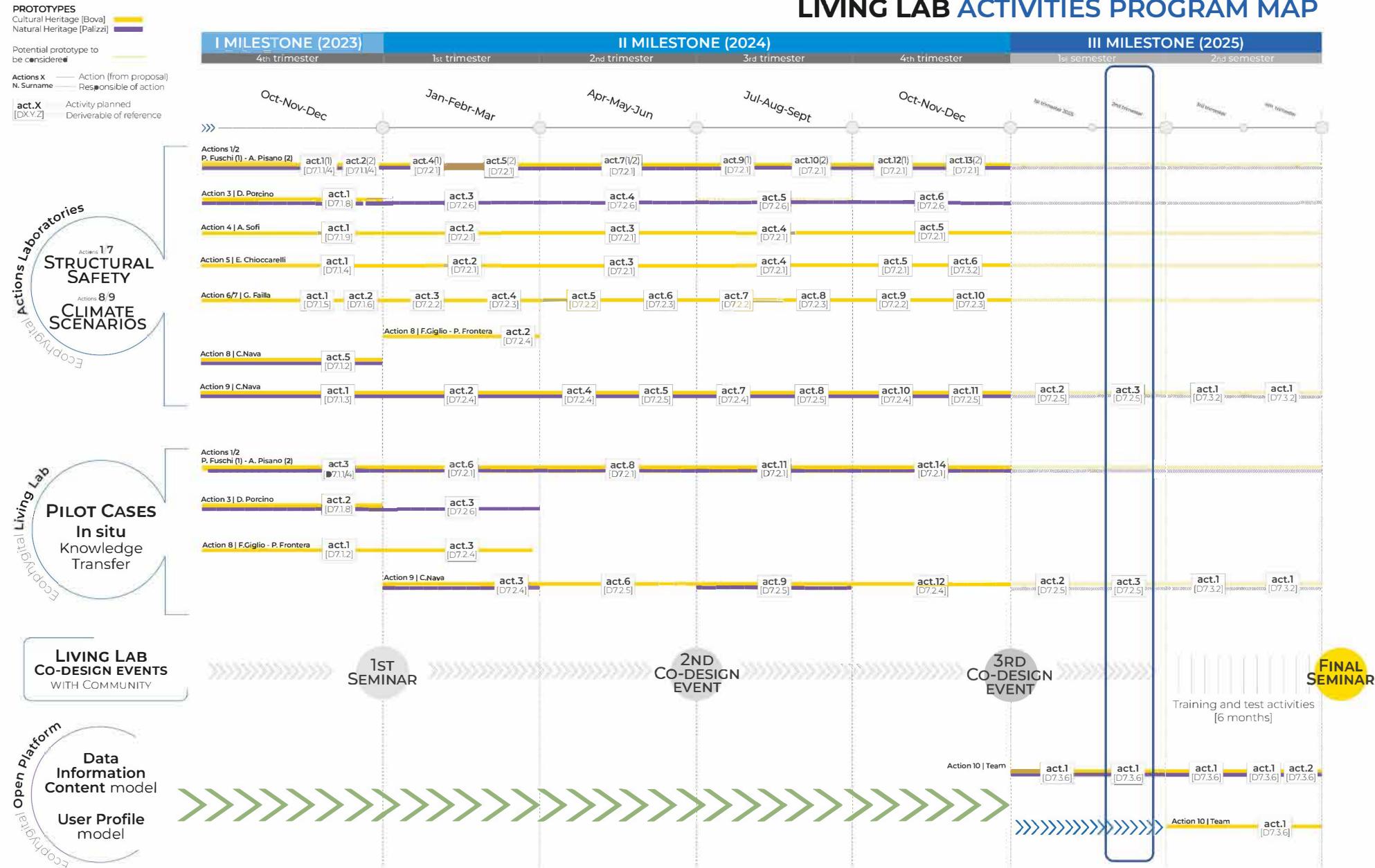
I casi prototipi sono stati scelti con riferimento al profilo espresso dal Spoke 4 e per quanto utile al PP.

3_Ecophigital Open Platform:

si realizza organizzando lo spazio dei dati-informazioni, trasferiti dai risultati delle attività dei EAL (1) e dei ELL (2), con cui si costruisce l'archiviazione dei contenuti della Piattaforma Digitale; quindi la struttura dell'interfaccia per le operazioni di profilazione degli utenti



How to read the map





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Action 1

A database of structural typologies for the historical buildings in the inland settlement of Calabria selected as case studies; (nr.1 database with n. 2 modules for 3 scenarios)

Responsible: Prof. P.Fuschi



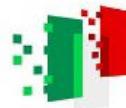
Action 2

Direct methods numerical analysis for the prediction of mechanisms and collapse load of historical buildings falling in fragile territories

Responsible: Prof. A.Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

● **ACTION #1: A database of structural typologies for the historical buildings in the inland settlement of Calabria selected as case studies. Scientific referent: Prof. Paolo Fuschi**

● **ACTION # 2: Direct methods numerical analysis for the prediction of mechanisms and collapse load of historical buildings falling in fragile territories. Scientific referent: Prof. Aurora Angela Pisano**

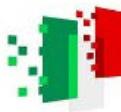
Research Team: prof. Paolo Fuschi; prof. Aurora Angela Pisano;
PhD student Giulia Percolla; Research fellow (AR) Mariaceleste Lasorella



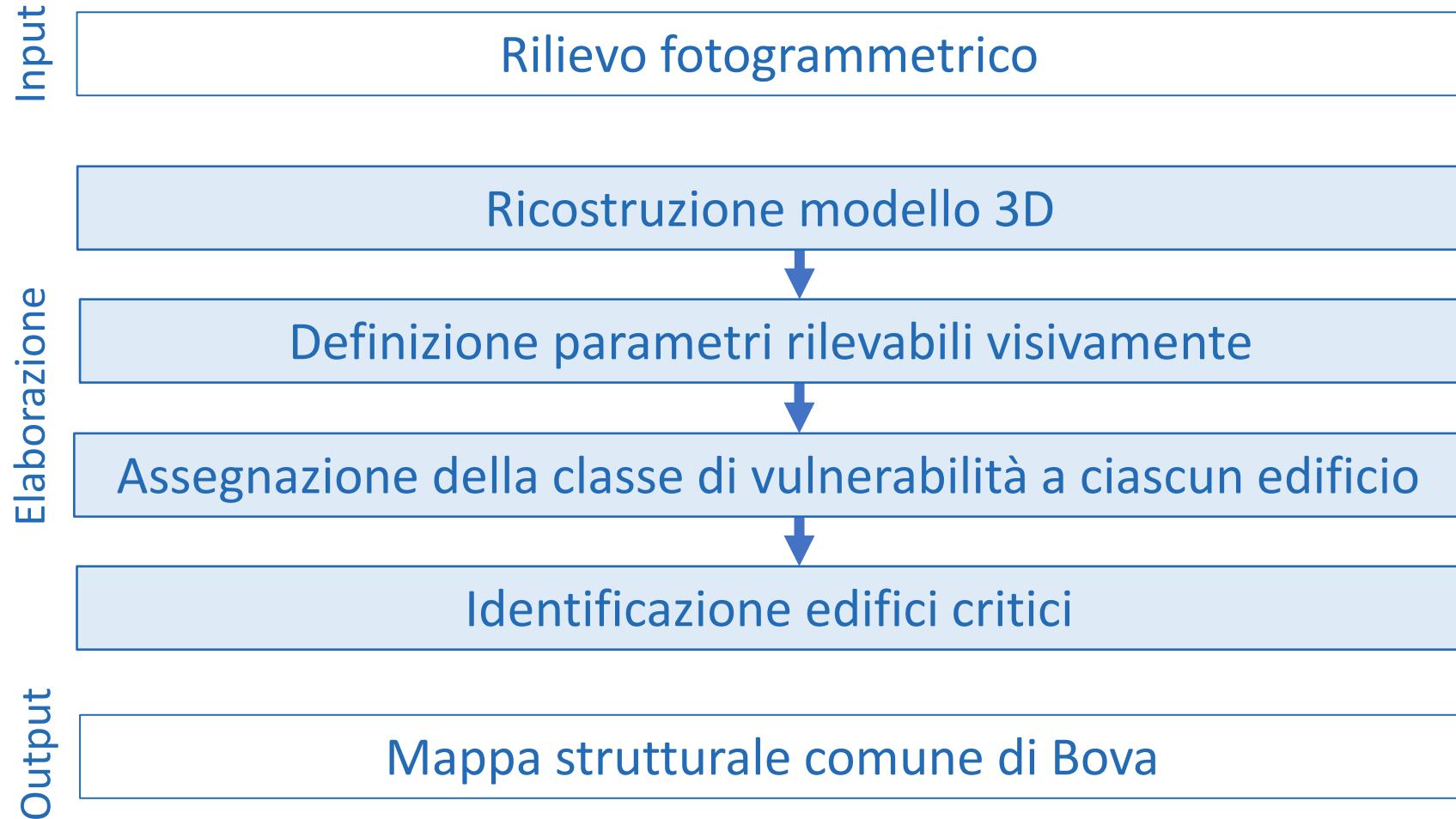
*Mettere a punto una **metodologia di analisi e classificazione delle caratteristiche tipologico-strutturali di manufatti edili presenti in un determinato territorio, avvalendosi di tecniche di rilievo basate sul rilievo con drone**.*



*Effettuare una **predizione del meccanismo di collasso e calcolare il carico di collasso suggerendo, eventualmente, la più opportuna tecnica di intervento**.*



Classificazione speditiva della vulnerabilità strutturale





Selezione dei parametri e quantificazione della loro importanza nella valutazione

1. CARATTERISTICHE GENERALI

1. Posizione Tipologica; 2. Morfologia del sito; 3. Numero di Piani Totali; 4. Altezza Media Edificio; 5. Regolarità in pianta; 6. Regolarità in elevazione; 7. Tipologia di Aggregato; 8. Tipologia di copertura

2. CARATTERISTICHE STRUTTURALI

1. Tipologia di Muratura; 2. Presenza di Catene Strutturali; 3. Presenza di Bow Windows Strutturali; 4. Tamponature perimetrali forate in maniera dissimmetrica

3. CARATTERISTICHE INVOLUCRO ESTERNO

1. Danno Superficiale; 2. Sopraelevazioni non regolari; 3. Presenza di elementi sporgenti pericolosi; 4. Materiali differenti ai vari livelli dell'edificio; 5. Presenza di interventi di consolidamento

4. CRITICITÀ STRUTTURALI

1. Presenza di lesioni visibili sulle facciate; 2. Tipologia di lesioni; 3. Estensione delle lesioni; 4. Deformazioni delle pareti (fuori piombo); 5. Dissesti nelle connessioni tra edifici aggregati; 6. Copertura visibilmente danneggiata o mancante



AHP (Analytic Hierarchy Process)–matrice di confronto a coppie dei criteri principali

Criteri principali	Caratteristiche Generali	Caratteristiche Strutturali	Caratteristiche involucro esterno	Criticità strutturali	Pesi
Caratteristiche Generali	1	1/3	1/2	1/4	10%
Caratteristiche Strutturali	3	1	2	1/2	28%
Caratteristiche involucro esterno	2	1/2	1	1/3	16%
Criticità strutturali	4	2	3	1	46%

Valore						
1	3	5	7	9	2;4;6;8	1/n
Significato						
Uguale Importanza	Moderata Importanza	Forte Importanza	Molto forte Importanza	Estrema Importanza	Valori intermedi	Importanza inversa



● AHP (Analytic Hierarchy Process)–matrice di confronto a coppie dei sub-criteri

Caratteristiche strutturali	Tipologia di muratura	Catene strutturali	Bow windows strutturali	Forature dissimmetriche	Pesi
Tipologia di muratura	1	2	4	5	49%
Catene strutturali	1/2	1	3	4	30%
Bow windows strutturali	1/4	1/3	1	2	13%
Forature dissimmetriche	1/5	1/4	1/2	1	8%
Pesi finali	14%	8%	4%	2%	

Pesi finali = Peso criterio principale x Peso sub-criterio



Selezione dei parametri e quantificazione della loro importanza nella valutazione

Esempio di assegnazione peso e punteggio

I pesi sono stati assegnati tramite il metodo **AHP**, che confronta ogni criterio con gli altri in base alla loro importanza nella valutazione della vulnerabilità.

Il risultato è una percentuale che indica quanto ogni criterio indice sul voto finale

Criterio	Peso singolo criterio	Risposta	Punteggio risposta	Voto singolo criterio
Tipologia di lesione	7,103%	Non presente	1	0,25
		Verticale	2,5	
		Orizzontale	3,5	
		Diagonale	5	
Estensioni delle lesioni	4,907%	Non presente	1	0,15
		Diffusa	3	
		Localizzata	5	
Deformazione della parete	16,764%	No	1	0,17
		Si	5	

Voto singolo criterio = peso singolo criterio x punteggio risposta

Somma totale =

Voto finale edificio= \sum (peso singolo criterio x punteggio risposta)

0,57



● *Interfaccia di compilazione dei parametri*

	Click per spiegazione	Click per spiegazione	Click per spiegazione	Click per spiegazione
Caratteristiche Generali	Posizione Tipologica	Tipologia di Aggregato	Morfologia del sito	Numero di piani totali
0001	In Adiacenza	Edificio d'angolo	Pendio	≥3
0002	Isolato In Adiacenza In connessione	Edificio d'angolo	Pianeggiante	≥3
0003	In Adiacenza	Edificio d'angolo	Pendio	1
0004	In Adiacenza	Edificio d'angolo	Pendio	≥3
0005	In Adiacenza	Edificio d'estremità	Pendio	2
0006	In Adiacenza	Edificio d'estremità	Pianeggiante	≥3
0007	Isolato	Isolato	Pendio	2
0008	In Adiacenza	Edificio d'estremità	Pendio	2
0009	In connessione	Edificio interno	Pendio	≥3



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Primo test di prova su alcuni edifici del Comune di Bova



Esperto 1	2,30
Esperto 2	2,83
Esperto 3	3,17



Esperto 1	1,99
Esperto 2	2,15
Esperto 3	2,04



Esperto 1	2,24
Esperto 2	0,00
Esperto 3	3,23



Esperto 1	2,68
Esperto 2	2,47
Esperto 3	2,78



Esperto 1	2,50
Esperto 2	3,20
Esperto 3	2,97

Classe di
vulnerabilità

Bassa
1.00 – 2.33

Media
2.34 – 3.66

Alta
3.67 – 5.00

Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



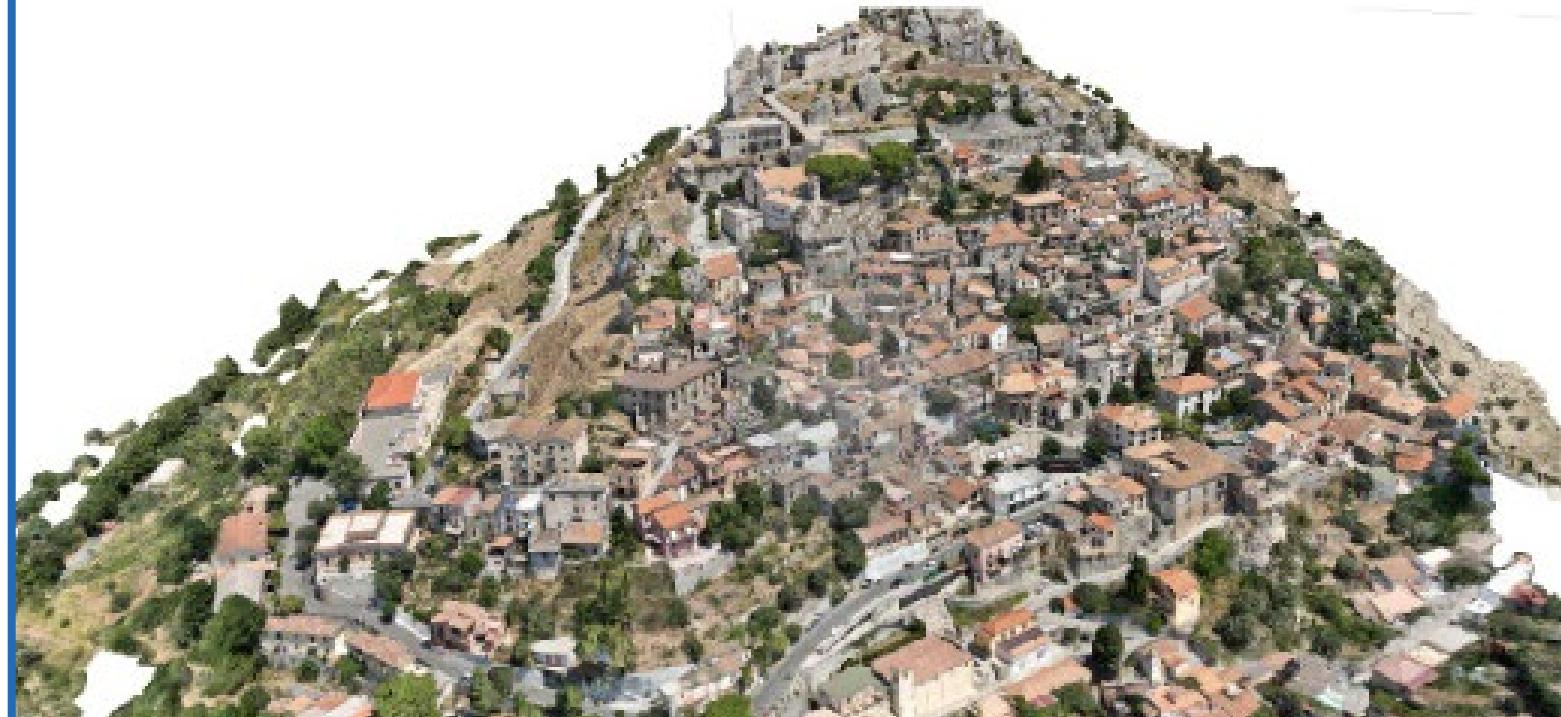
Attività – Strumentazioni – studi sul territorio



Acquisizione fotogrammetrica zenitale e
obliqua tramite Drone



Rilievi terrestri tramite
GoPro e laser scanner



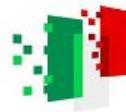
Modello 3D dell'intero comune di Bova

Tecnologie leggere e replicabili per
rilevi rapidi e non invasivi

utilizzato come base per l'estrazione
dei parametri strutturali visibili dall'esterno



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

● **ACTION #1: A database of structural typologies for the historical buildings in the inland settlement of Calabria selected as case studies.** Scientific referent: Prof. Paolo Fuschi

● **ACTION # 2: Direct methods numerical analysis for the prediction of mechanisms and collapse load of historical buildings falling in fragile territories.** Scientific referent: Prof. Aurora Angela Pisano

Research Team: prof. Paolo Fuschi; prof. Aurora Angela Pisano;
PhD student Giulia Percolla; Research fellow (AR) Mariaceleste Lasorella



Mettere a punto una *metodologia di analisi e classificazione delle caratteristiche tipologico-strutturali di manufatti edilizi presenti in un determinato territorio, avvalendosi di tecniche di rilievo basate sul rilievo con drone.*



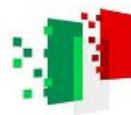
Effettuare una predizione del meccanismo di collasso e calcolare il carico di collasso suggerendo, eventualmente, la più opportuna tecnica di intervento.

Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



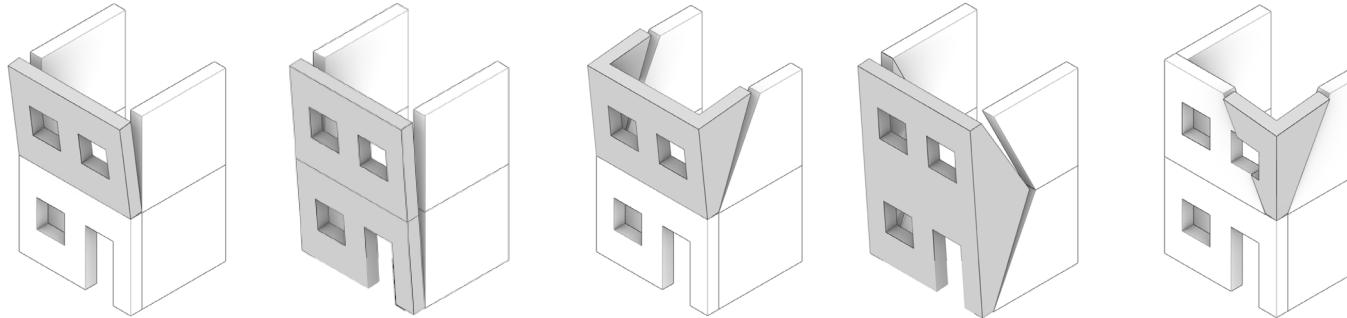
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



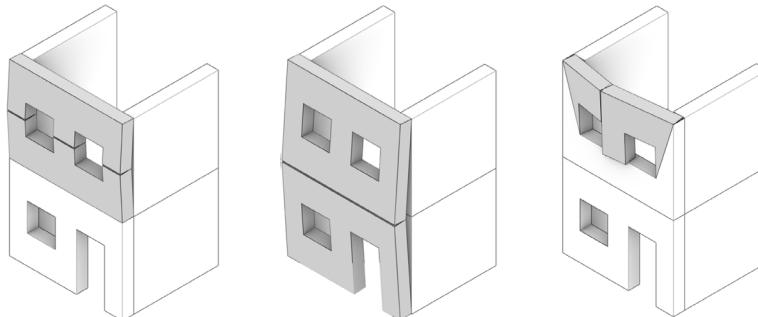
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

● *Classificazione dei meccanismi di collasso ricorrenti negli edifici storici in muratura*

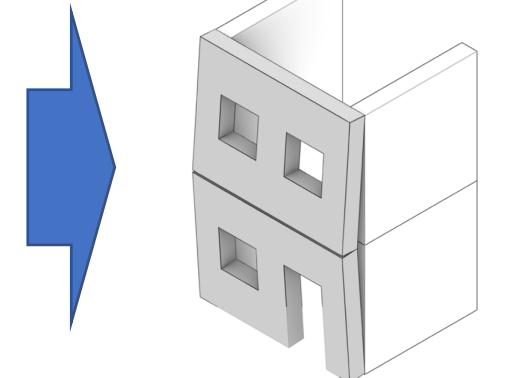
- *Meccanismi di ribaltamento (semplice o composto, uno o più piani, cantonale)*



- *Meccanismi di flessione (verticale o orizzontale, uno o più piani)*



Struttura reale



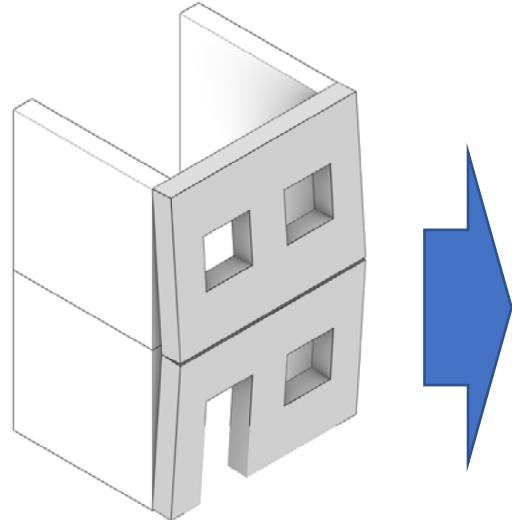
Schema del meccanismo

Azioni #1 e #2

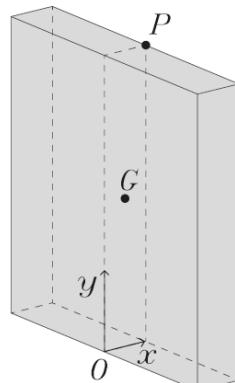
Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



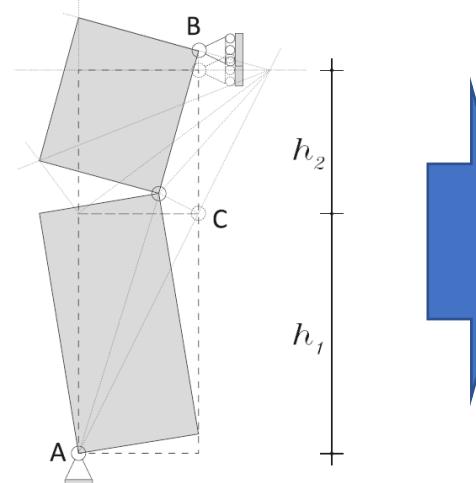
Formulazione del problema di ottimizzazione per l'analisi limite del meccanismo di collasso



Identificazione del
meccanismo



Schema del meccanismo del
macroelemento



$$\min_{\mu} \alpha = \min_{\mu} \left[\frac{\mathbf{U}_d^T \mathbf{P}_d}{\mathbf{U}_l^T \mathbf{P}_l} \right]$$

$$\text{s.t. } \mu > 1$$

Equazione di equilibrio

$$\mathbf{U}_d^T \mathbf{P}_d = \alpha \mathbf{U}_l^T \mathbf{P}_l$$

Equazione di vincolo

$$h_2 = \frac{h}{\mu}; \quad h_1 = \frac{\mu - 1}{\mu}$$

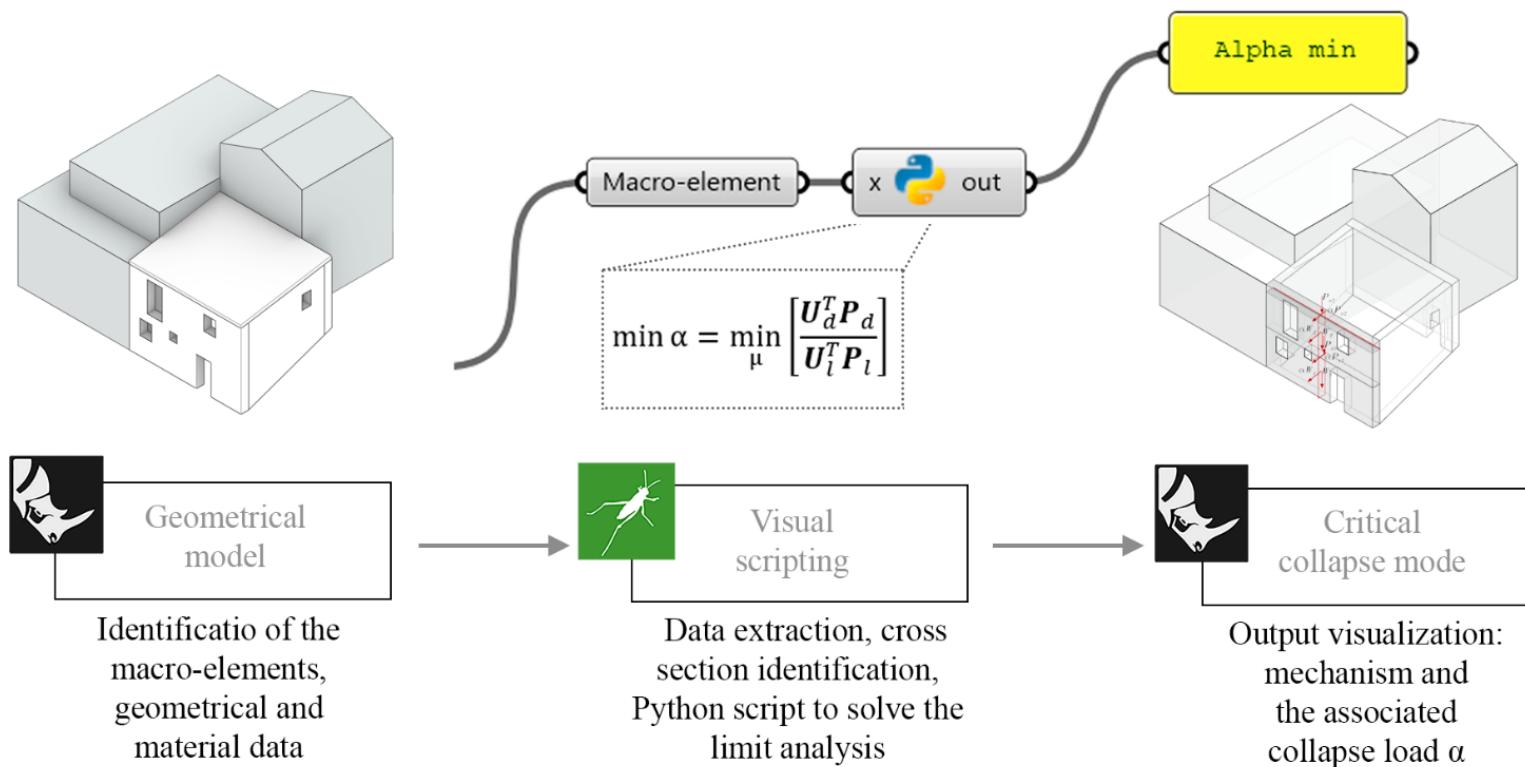
Problema di ottimizzazione

Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Workflow interattivo in ambiente CAD

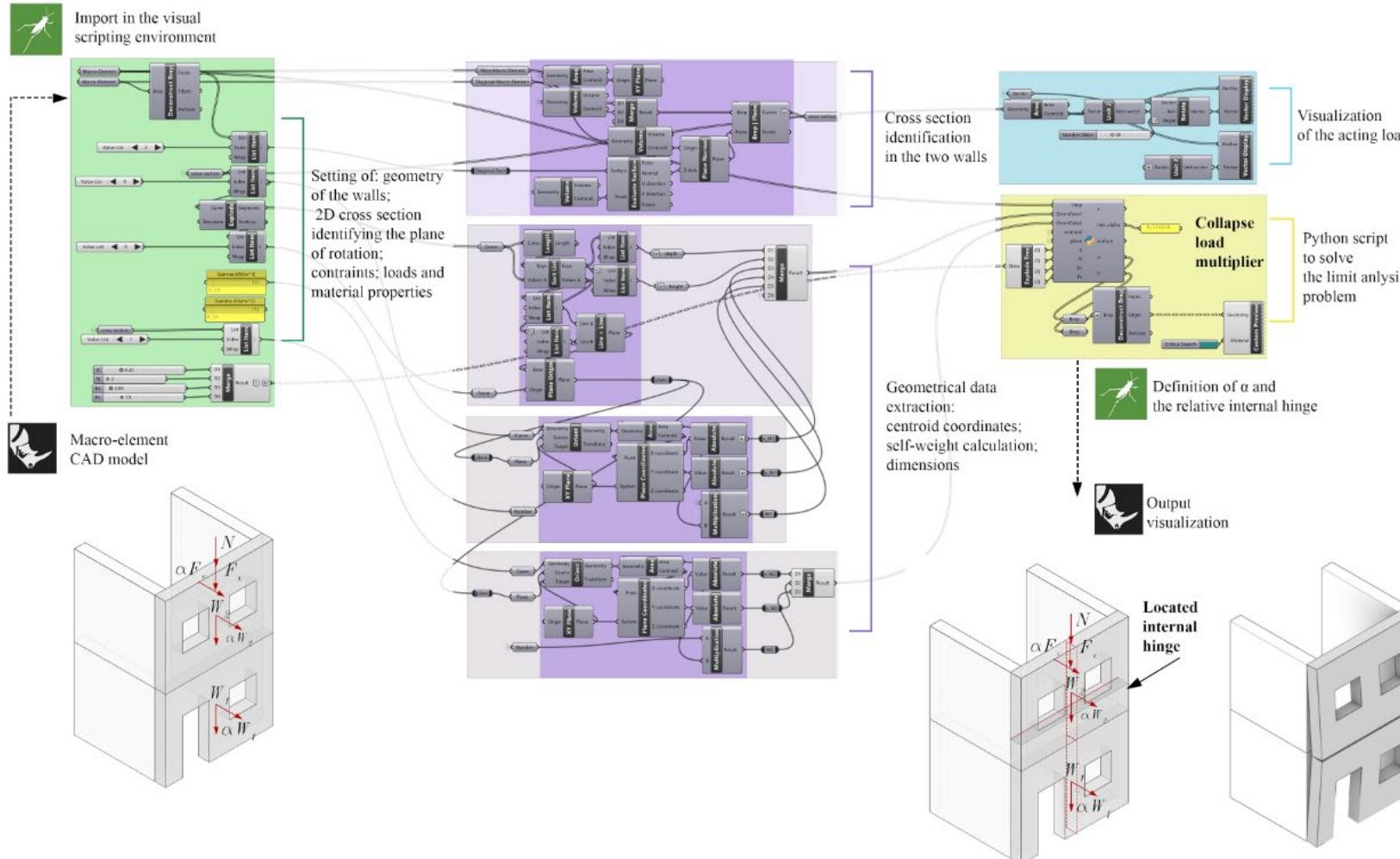


Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Workflow interattivo in ambiente CAD

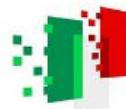


Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



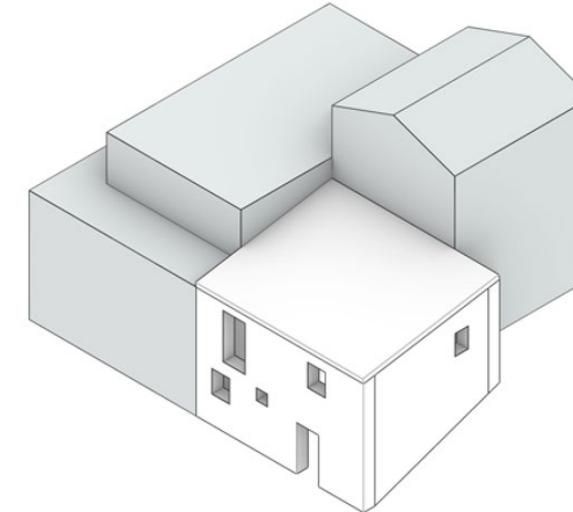
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Caso di studio reale a Bova



Inquadramento caso di studio

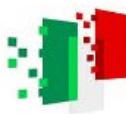
Modello CAD

Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



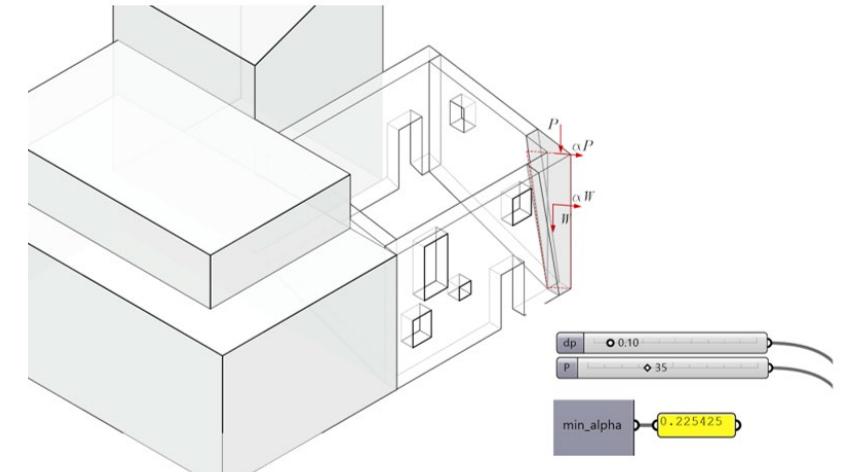
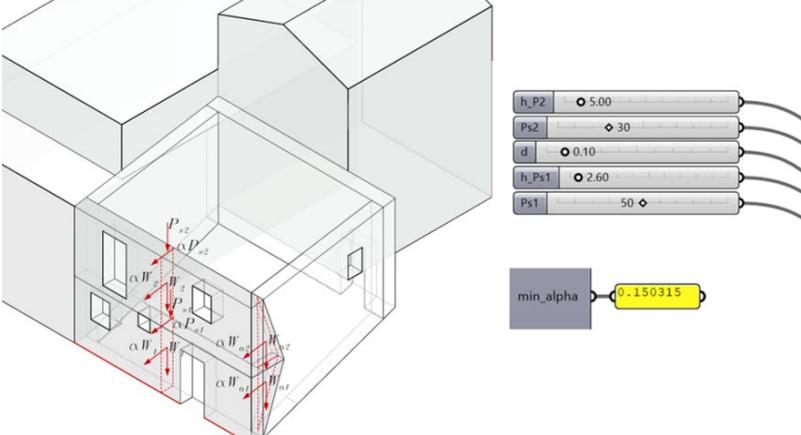
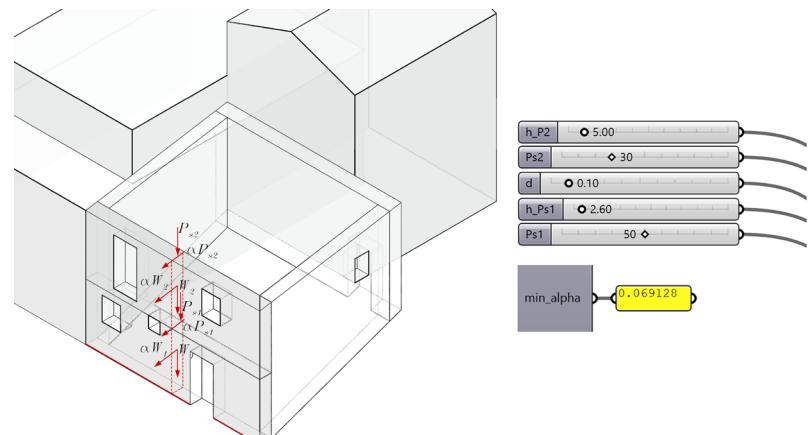
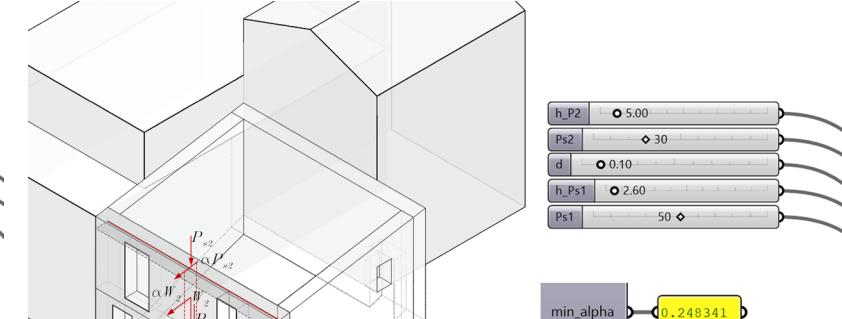
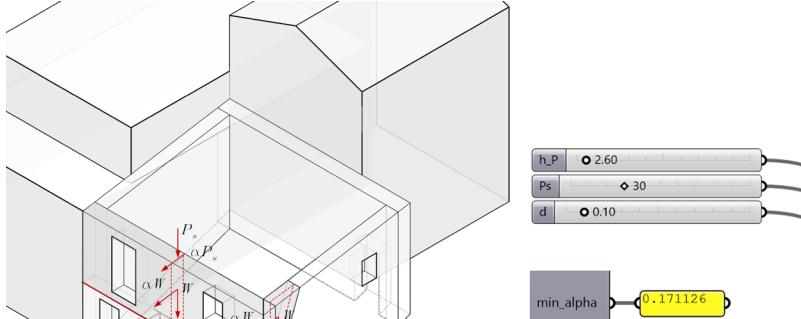
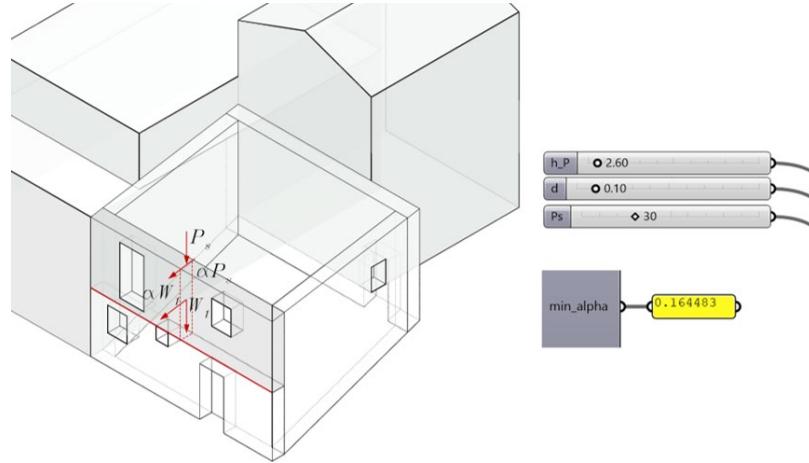
Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Risultati numerici

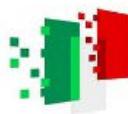


Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



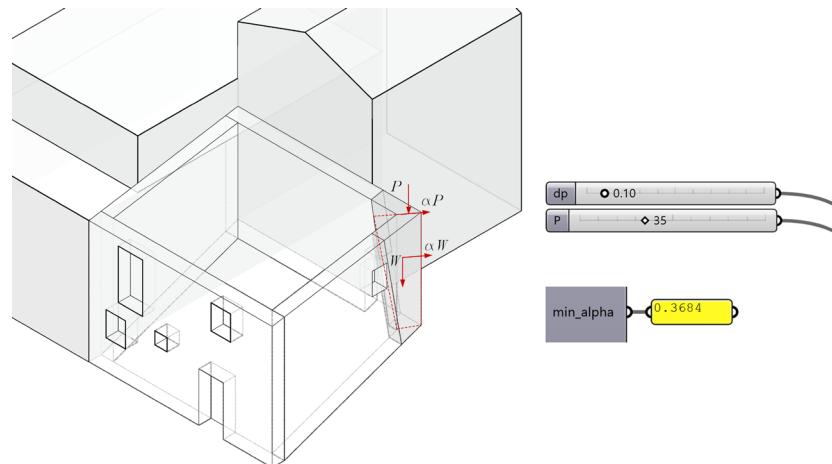
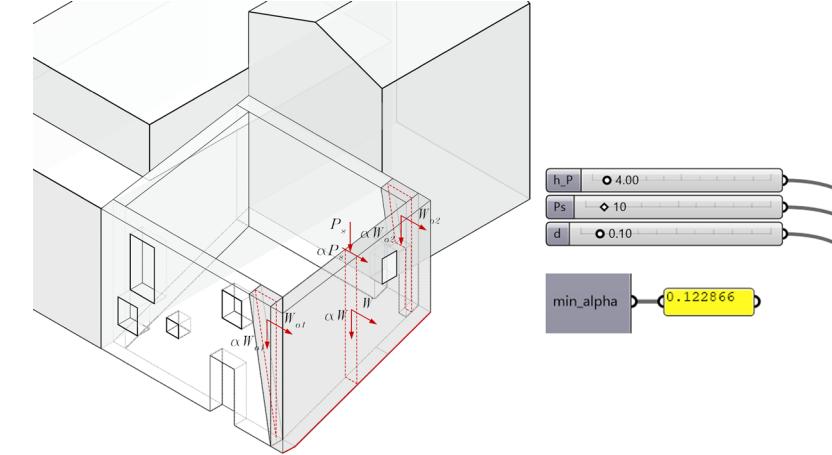
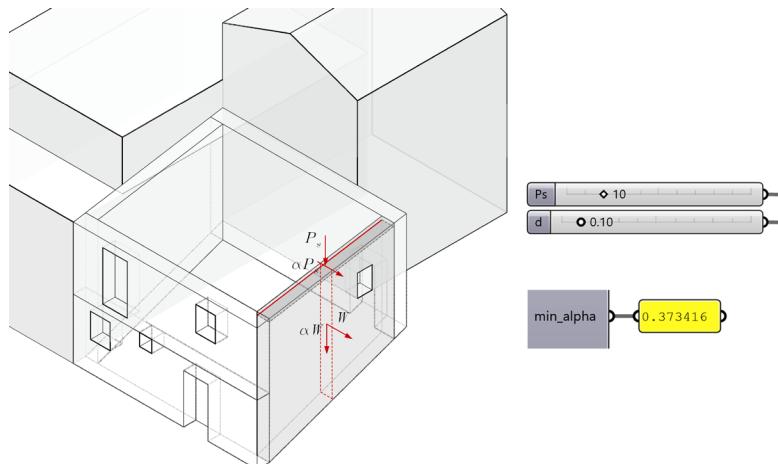
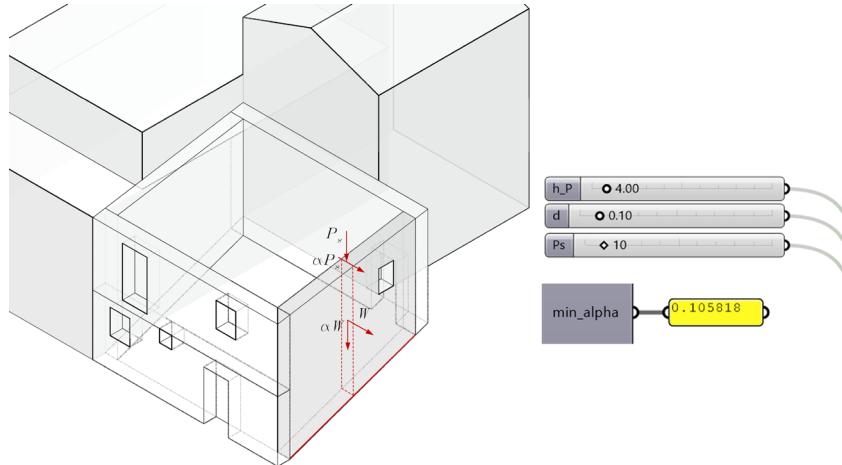
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Risultati numerici

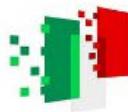


Azioni #1 e #2

Prof. Paolo Fuschi & Prof.ssa Aurora Pisano



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



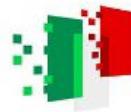
Action 3

Advanced solutions in the design and implementation of ground improvements in fragile areas of settlement of historic heritage buildings (n.2 series for 3 scenarios)

Responsible: Prof. D.Porcino



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

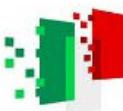
Oggetto dello studio: Impiego di tecniche avanzate di miglioramento dei terreni per la mitigazione dei rischi associati agli effetti dei cambiamenti climatici

Resp. Scient. *Prof. ssa Daniela D. Porcino*

Assegnista di Ricerca: *Ing. Giuseppe Tomasello*



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

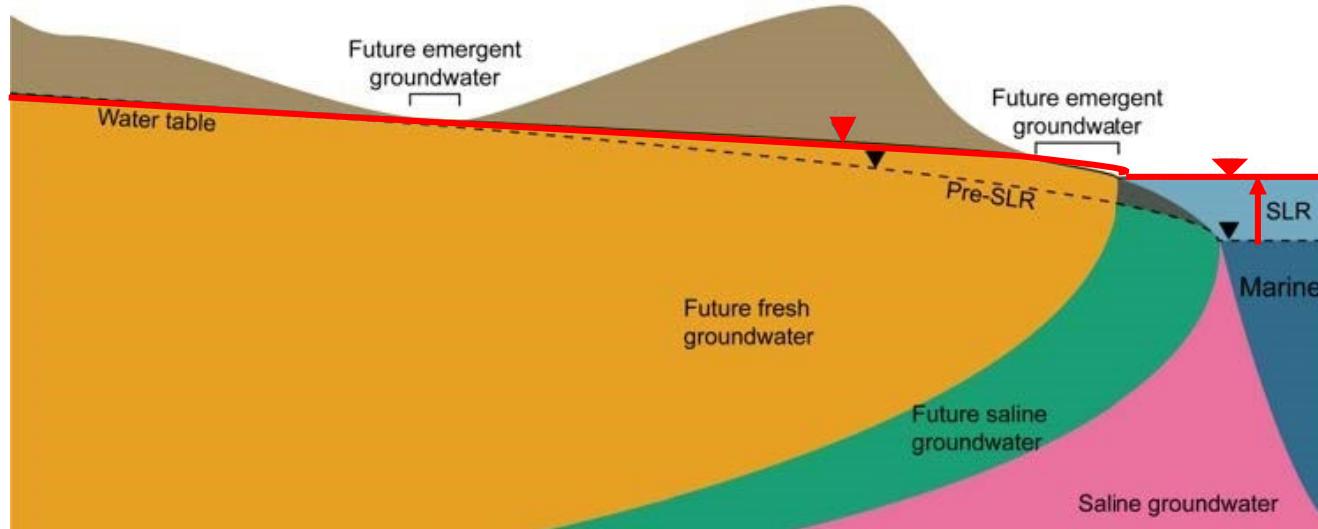
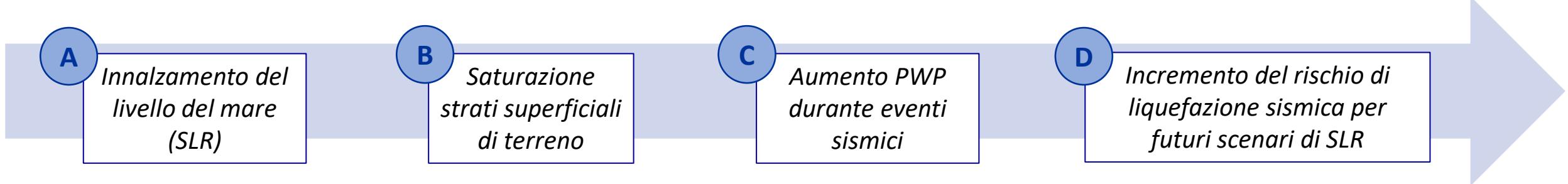


tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

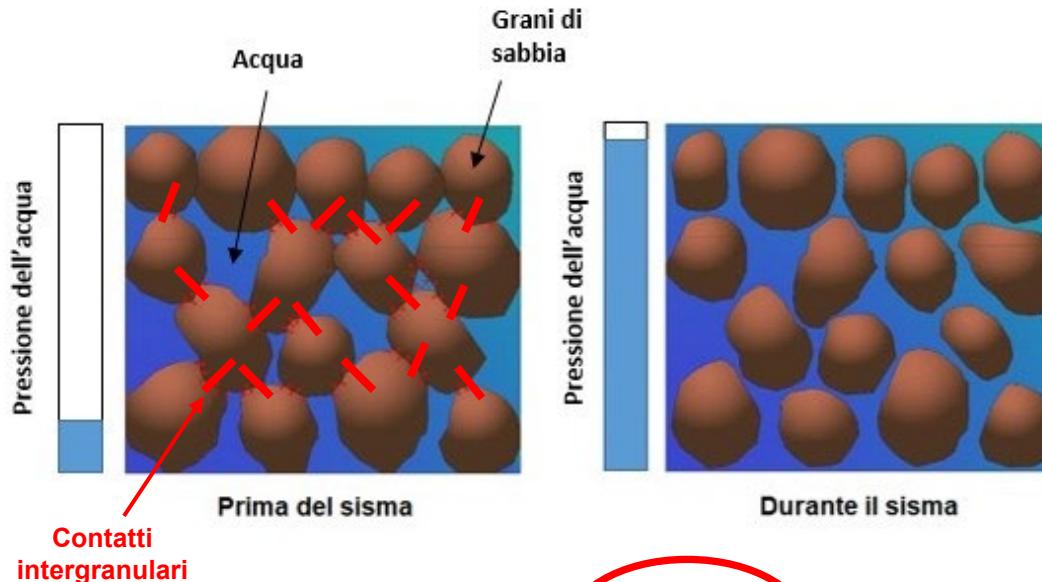
INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE → RISCHIO DI LIQUEFAZIONE SISMICA



Rilevanza per le aree costiere

LIQUEFAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Durante un evento sismico, l'aumento eccessivo delle **pressioni (u)** dell'acqua in terreni granulari saturi (ad es. sabbie, sabbie limose) produce una riduzione, parziale o totale, della resistenza al taglio dei terreni e conseguenti elevati cedimenti e/o perdita di stabilità → **DANNI A STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE**



$$u = u_0 + \Delta u_{sisma}$$

u_0 = pressione interstiziale prima del sisma
 Δu_{sisma} = sovrappressione interstiziale indotta dal sisma

Effetti della liquefazione in aree costiere



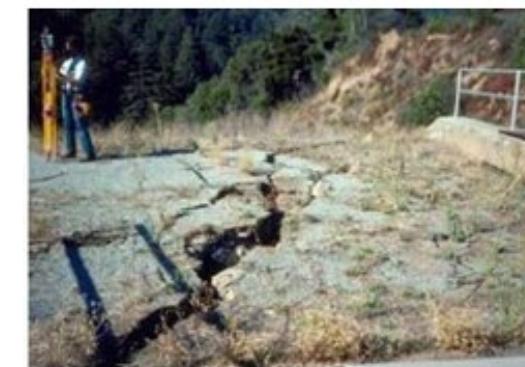
Vulcanelli di sabbia



Ribaltamento di edifici



Cedimenti verticali

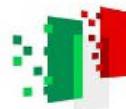


Spostamenti laterali



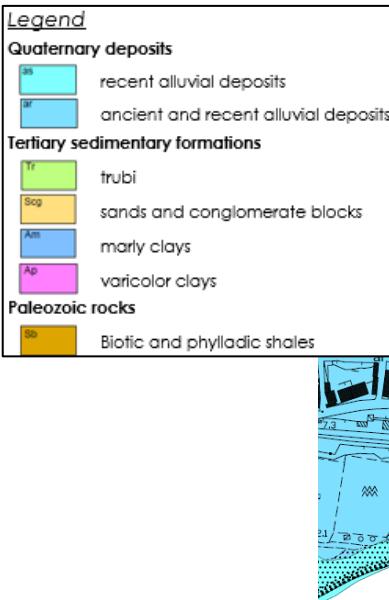
PRINCIPALI ATTIVITA' SVOLTE ED IN CORSO

- ❖ **Valutazione del rischio geotecnico di liquefazione sismica** nel sito pilota di Palizzi Marina e **proposta di un intervento di mitigazione** basato su colonne granulari compattate → *sviluppo del software 'GranularColumns'*
- ❖ **Attività sperimentale** in laboratorio → studio del comportamento sismico di terreni migliorati e non, individuati nelle aree oggetto di interesse, attraverso l'esecuzione di prove alla scala del modello (*centrifuga geotecnica*) e dell'elemento di volume (*apparecchiatura di taglio semplice ciclico*)
- ❖ **Attività di modellazione numerica** → approcci avanzati (*FEM, analisi non lineari di risposta sismica*) per l'analisi del comportamento di terreni non migliorati e migliorati con la tecnica delle colonne granulari compattate, in condizioni di sollecitazione statica e sismica

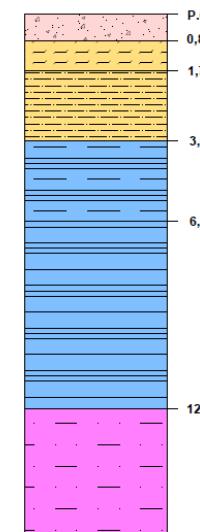


ATTIVITA' SVOLTE E PRINCIPALI RISULTATI NEL SITO PILOTA DI PALIZZI

1. Dati geotecnici/geologici preliminari ricavati da relazioni/rapporti forniti dal Comune → presenza di **terreni di fondazione** nell'area di **Palizzi Marina** che potrebbero essere di interesse ("problematici") in relazione agli effetti dei cambiamenti climatici (argille varicolori, **strati sabbioso-limosi**, etc) – **Ottobre-Dicembre 2023**
2. Caratterizzazione **geotecnica** dei terreni nel sito "Mattatoio" nell'area costiera di Palizzi (prove MASW) – **Gennaio-Febbraio 2024**



Formazioni geologiche presenti nell'area di Palizzi Marina



Esecuzione di prove MASW nel sito di Palizzi Marina – UniRC lab. Geotecnica



ATTIVITA' SVOLTE E PRINCIPALI RISULTATI NEL SITO PILOTA DI PALIZZI

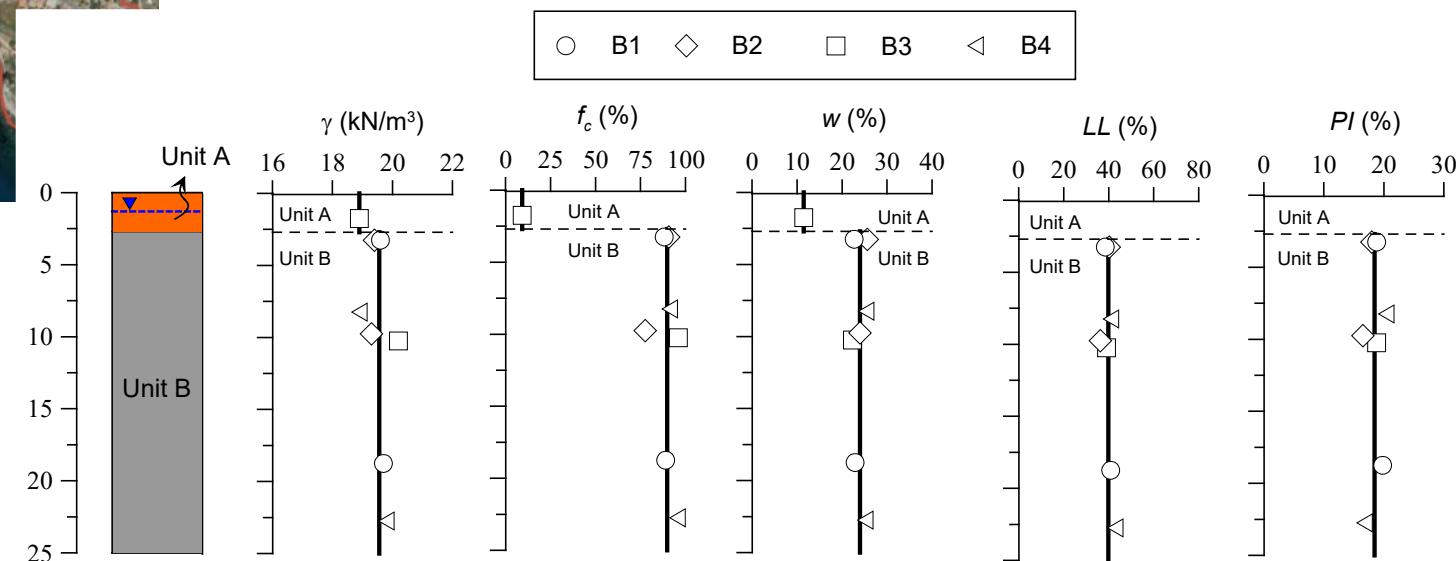


Area di maggiore interesse:

- N-SPT tra 5 e 11
- Livello di falda: 1.30 m - 1.95 m dal p.c.

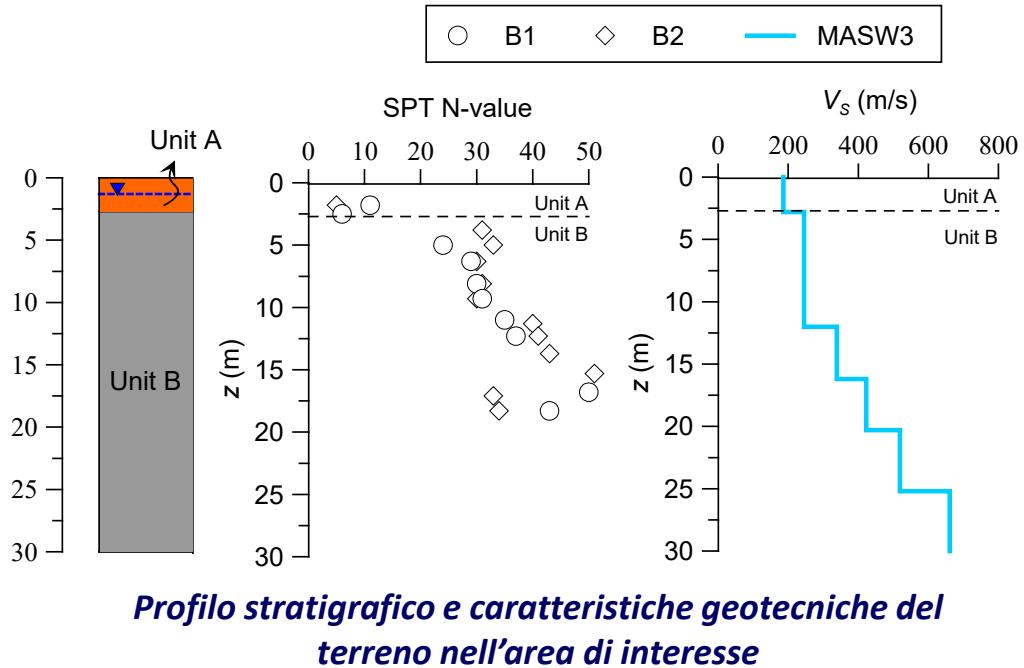
3. Analisi di recenti indagini fornite dal Comune di Palizzi (**Aprile-Maggio 2025**) ha evidenziato la presenza di due unità principali caratterizzanti l'area costiera:

- **Unità A: sabbie limose ($f_c \approx 10\%$) potenzialmente liquefacibili**
- Unità B: terreni a grana fine ($PI=18\%$, $LL=40\%$) non liquefacibili





ATTIVITA' SVOLTE E PRINCIPALI RISULTATI NEL SITO PILOTA DI PALIZZI



Anno	Innallzamento del livello medio del mare
2050	0.80 m
2050	1.00 m
2100	1.50 m

Opera	M	a_{max}
Edificio residenziale	6.00	0.248
Scuola	6.50	0.284
Ospedale	6.50	0.373

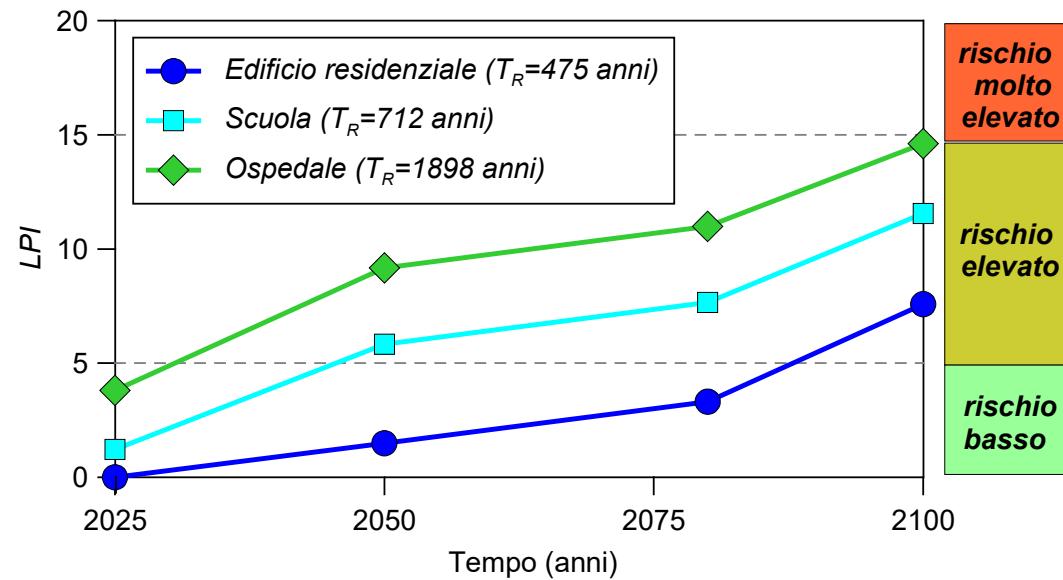
Scenari climatici (Azione 9)

Scenari sismici

Valutazione impatto
globale della liquefazione
e delle conseguenze

Indice del potenziale di liquefazione
 $LPI = f(\text{prof, spessore e } FS_{liq} \text{ dello strato liquefacibile})$

Iwasaki et
al. (1978)



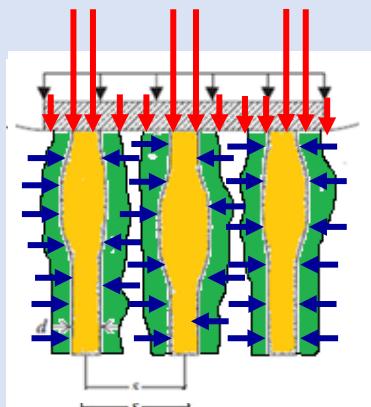
RISULTATI - Sebbene allo stato attuale il rischio di liquefazione nel sito pilota di Palizzi risulti limitato, l'innalzamento del livello del mare nei futuri scenari potrebbe rappresentare un reale rischio geotecnico nei confronti della liquefazione in alcune aree



MIGLIORAMENTO DEI TERRENI BASATO SU COLONNE GRANULARI COMPATTATE



La tecnica basata sui Rammed Aggregate Piers (RAPs) migliora il terreno in campo statico e sismico:



1. Drenaggio

2. Irrigidimento

Tecnica ecosostenibile:

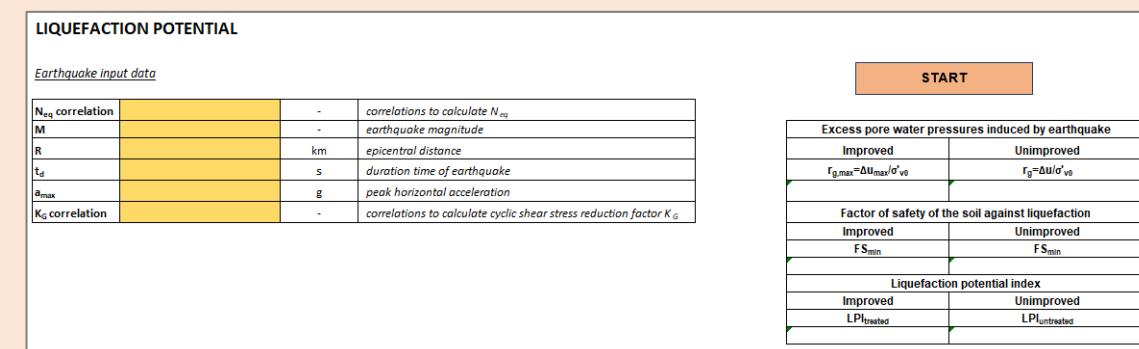
- basse emissioni di CO₂
- possibilità di utilizzare come aggregati anche materiali recupero.

3. Addensamento del terreno circostante

4. Incremento tensioni orizzontali

E' stato sviluppato un **software "GranularColumns_v.1.2"** per il progetto dei RAPs e delle colonne di ghiaia in campo statico e sismico basato sui metodi teorici più accreditati proposti in letteratura:

- calcolo dei sedimenti del terreno migliorato e non e loro decorso nel tempo
- calcolo della capacità portante di colonne granulari compattate
- valutazione del potenziale di liquefazione sismica su terreni migliorati e non



Schermata software per eseguire analisi di liquefazione



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

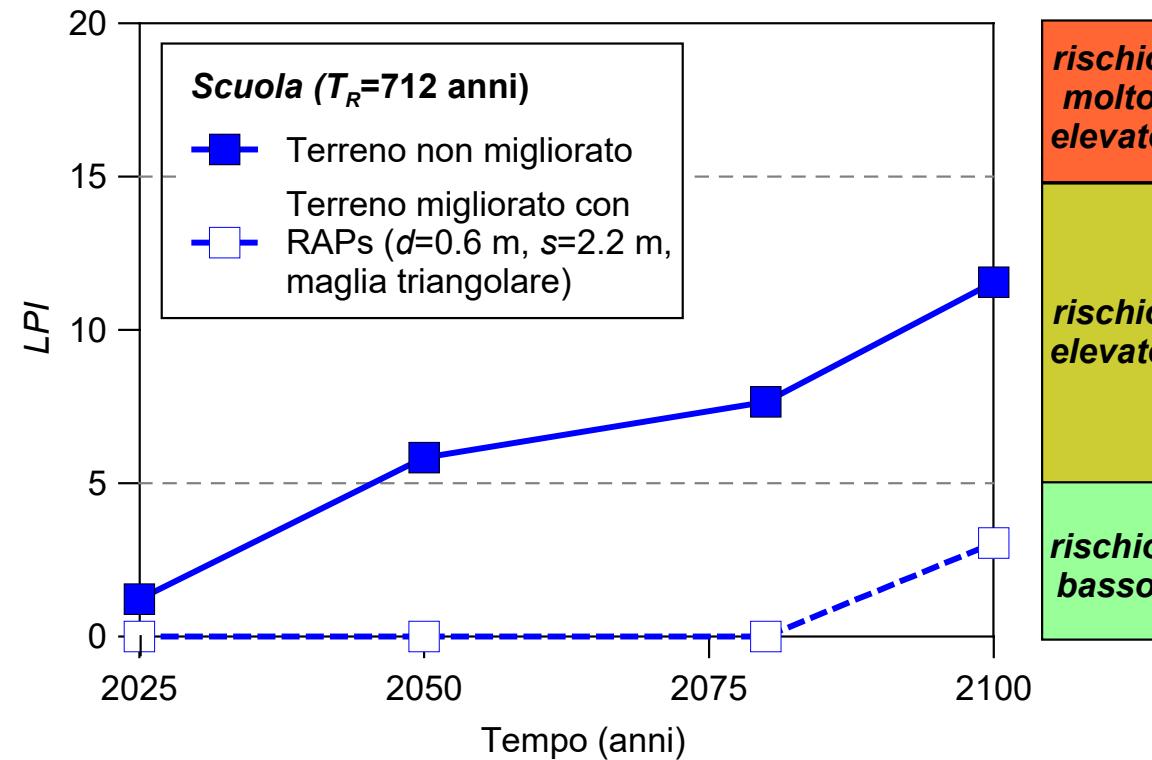


tech4you



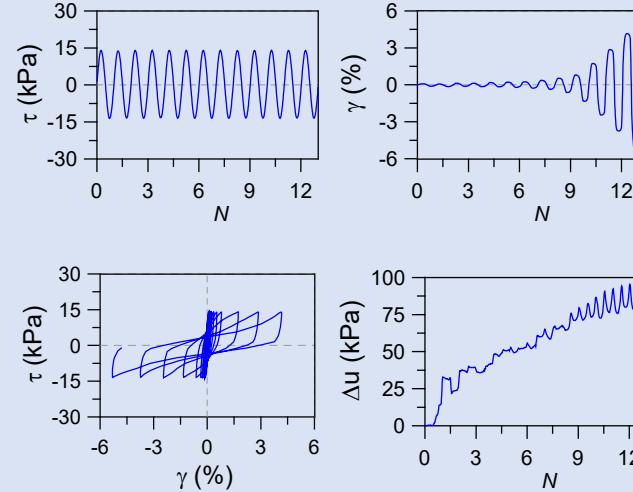
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE SISMICA



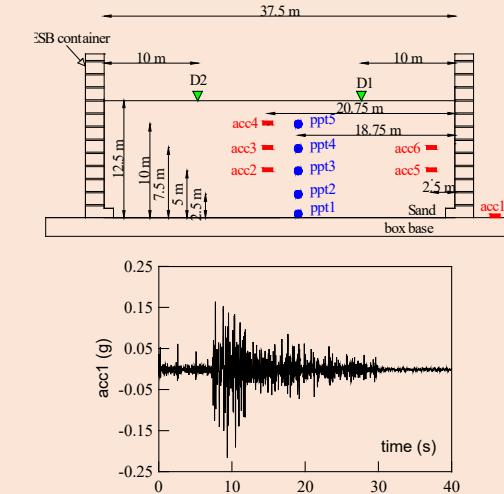
- ❖ Tecnica di miglioramento del terreno con RAPs → **riduzione del rischio di liquefazione che passa da elevato a basso**

ATTIVITA' DI LABORATORIO: DALL'ELEMENTO DI VOLUME ALLA SCALA DEL PROTOTIPO



Prove di taglio semplice non drenate cicliche – UniRC lab. Geotecnica → terreni sabbiosi-limosi di interesse per il sito pilota

➤ Sviluppo e calibrazione di modelli per la **previsione delle sovrappressioni interstiziali sismiche**



Centrifuga geotecnica italiana – ISMGE → risposta alla scala del prototipo mediante l'applicazione di un campo di accelerazioni centrifughe (ad es. 50g)

Terreni → sabbie-limosi ($f_c = 10\%$)

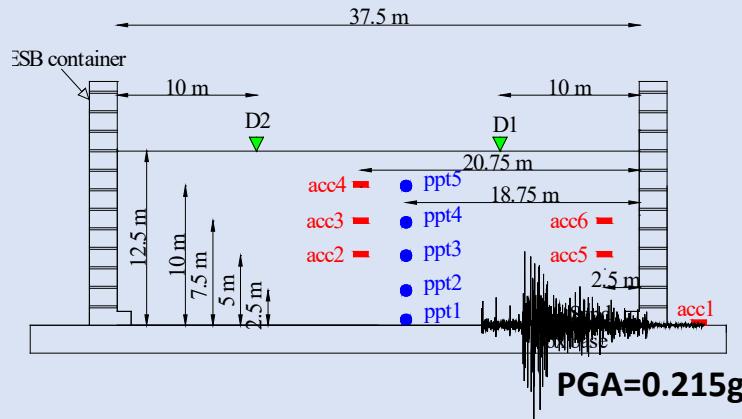
Prove programmate no. 2 → una su terreno non migliorato e l'altra su terreno migliorato con RAPs

Attività svolte → progettazione delle due prove ✓

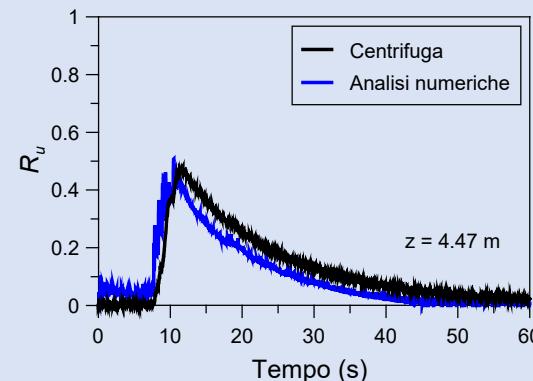
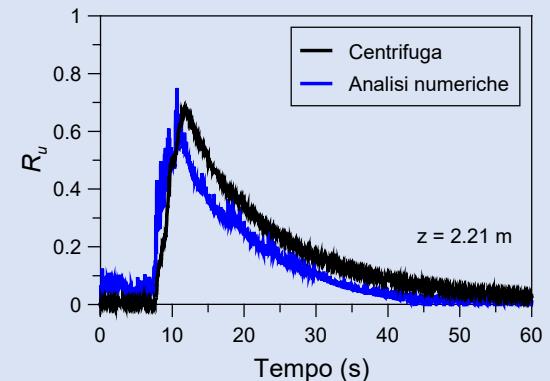
Attività in corso → esecuzione delle prove ed interpretazione alla scala del prototipo (consulenza ISMGE)

ATTIVITA' DI MODELLAZIONE NUMERICA

Simulazioni numeriche della risposta sismica di **prove in centrifuga geotecnica sismica** mediante l'utilizzo del software open source DEEPSOIL → **validazione di modelli energetici per la previsione delle sovrappressioni interstiziali in sabbia**

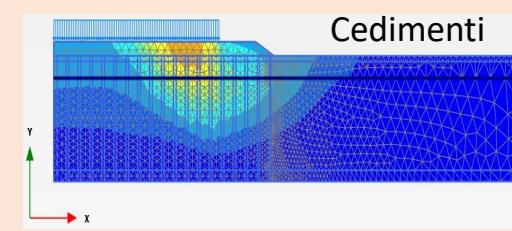
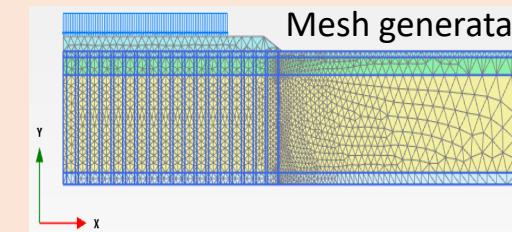


Software
DEEPSOIL v.7.1.2

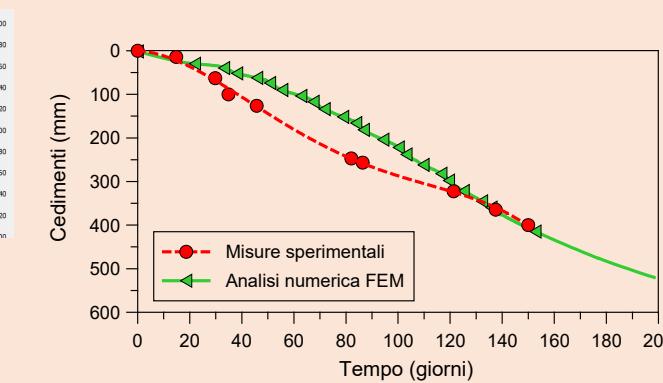


Confronto tra le previsioni numeriche e risultati sperimentali

Analisi numeriche FEM di un intervento di miglioramento dei terreni con colonne granulari compattate e confronto con dati sperimentali per un caso di studio reale (Yardim et al. 2013)



Software Plaxis 2D
Version 2024.2
acquisito recentemente
(Marzo 2025)



Prossimo obiettivo: eseguire analisi FEM in campo statico di casi studio reali → confronto con i risultati ottenuti da metodi analitici generalmente utilizzati per il progetto della tecnica di miglioramento dei terreni basata su colonne granulari compattate



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Oggetto dello studio: Impiego di tecniche avanzate di miglioramento dei terreni per la mitigazione dei rischi associati agli effetti dei cambiamenti climatici

Resp. Scient. *Prof. ssa Daniela D. Porcino*

Assegnista di Ricerca: *Ing. Giuseppe Tomasello*



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



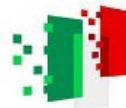
Action 4

Modelling of historic masonry

Responsible: Prof. A.Sofi



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



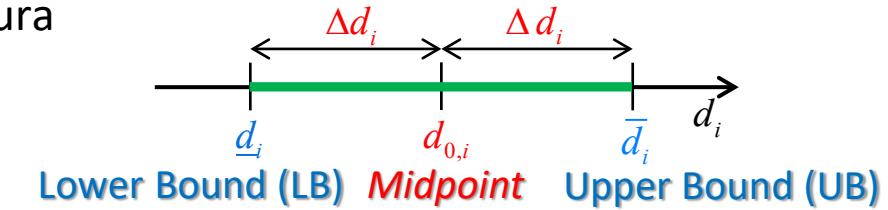
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

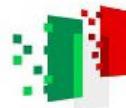
- ❖ **Modello non-probablistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



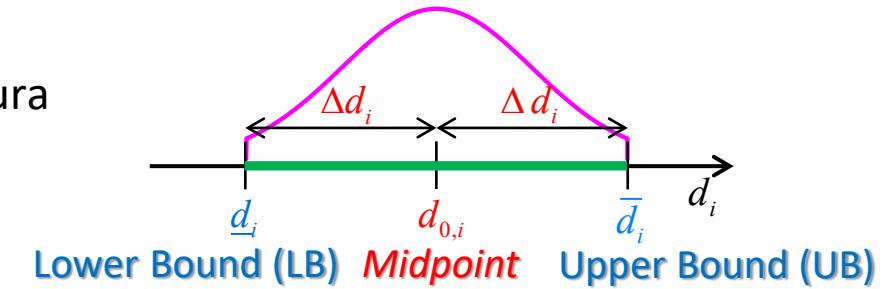
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

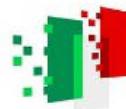
- ❖ **Modello non-probablistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



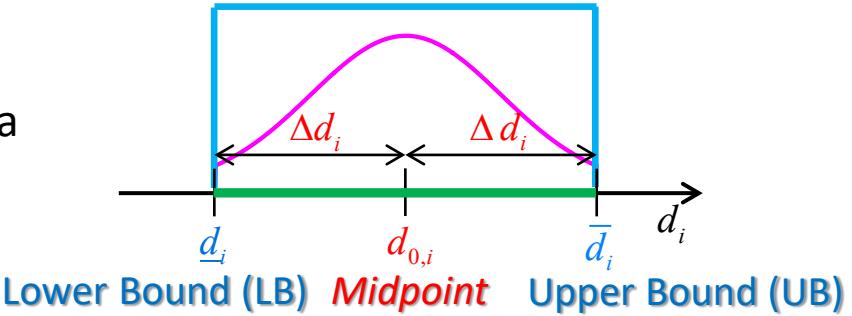
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

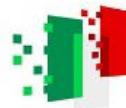
- ❖ **Modello non-probablistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



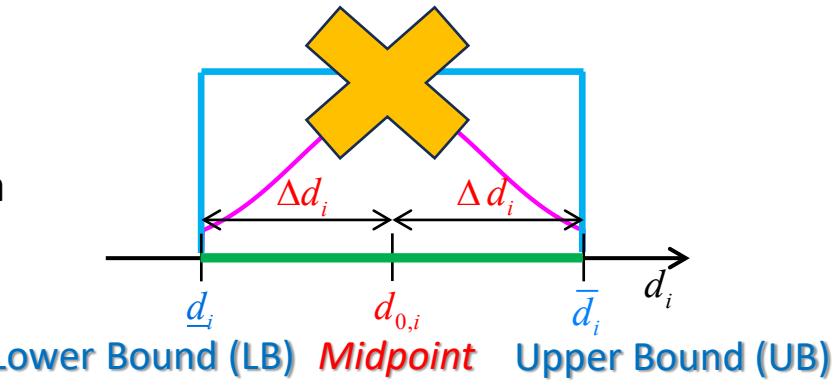
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

- ❖ **Modello non-probablistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$



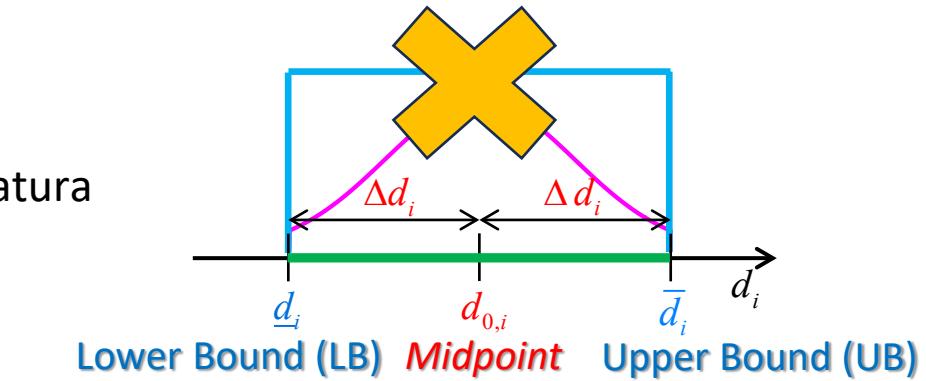


Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

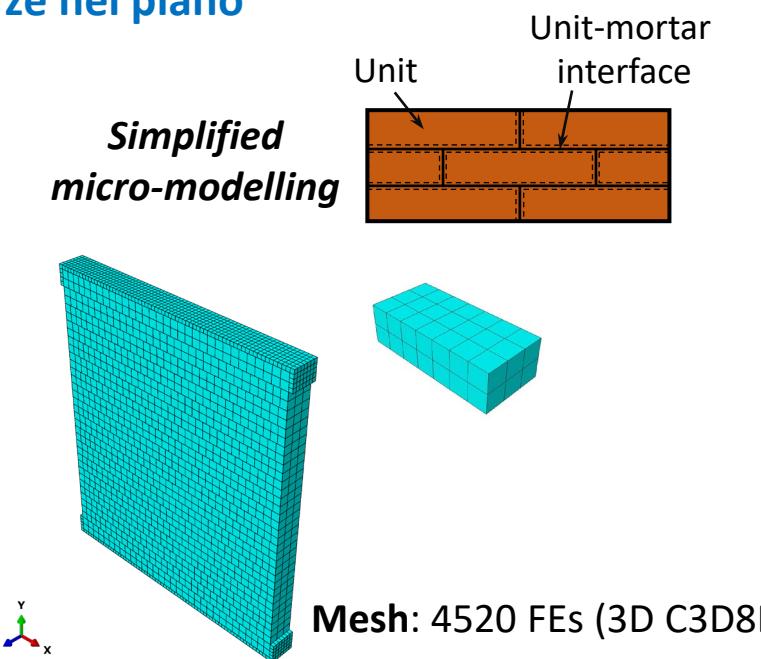
- ❖ **Modello non-probabilistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$



- ❖ **Analisi di una parete in muratura con proprietà meccaniche incerte soggetta a forze nel piano**

- Modello agli elementi finiti (EF) in ABAQUS: *simplified micro-modelling*.
- Analisi di sensitività per analizzare l'influenza delle variazioni delle proprietà meccaniche sulla risposta strutturale.
- Modellazione a intervalli delle proprietà meccaniche incerte.
- Sviluppo di un modello surrogato al fine di ridurre l'onere computazionale.
- Valutazione del limite inferiore (LB) e superiore (UB) della capacità e individuazione dei corrispondenti meccanismi di collasso.



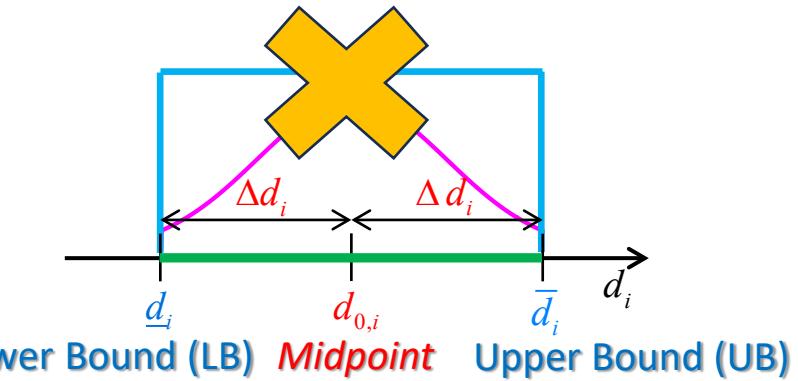


Azione 4: Modellazione delle murature storiche

Attività svolte

- ❖ **Modello non-probabilistico delle proprietà meccaniche incerte** della muratura basato sulla conoscenza del possibile intervallo di variazione

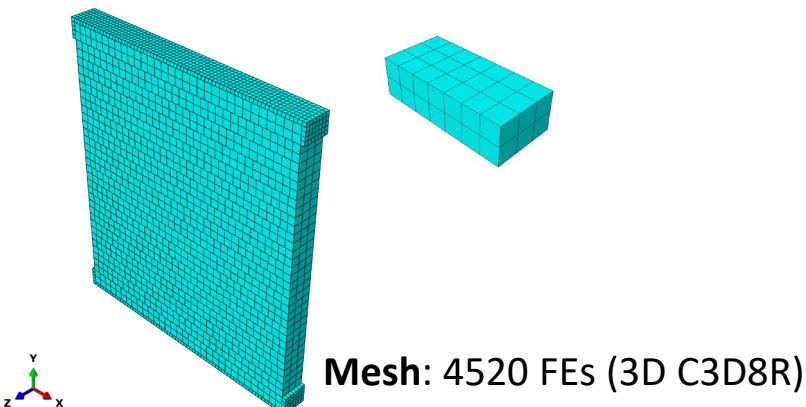
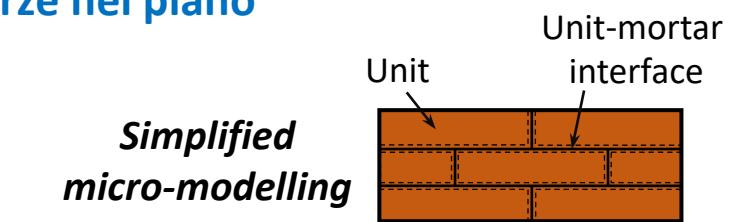
$$d_i^I = d_{0,i}(1 + \alpha_i^I) = d_{0,i}(1 + \Delta\alpha_i \hat{e}_i^I) \quad \text{Modello a intervalli}$$



- ❖ **Analisi di una parete in muratura con proprietà meccaniche incerte soggetta a forze nel piano**

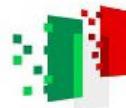
- Modello agli elementi finiti (EF) in ABAQUS: *simplified micro-modelling*.
- Analisi di sensitività per analizzare l'influenza delle variazioni delle proprietà meccaniche sulla risposta strutturale.

- Modellazione a intervalli delle proprietà meccaniche incerte.
- Sviluppo di un modello surrogato al fine di ridurre l'onere computazionale.
- Valutazione del limite inferiore (LB) e superiore (UB) della capacità e individuazione dei corrispondenti meccanismi di collasso.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

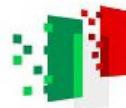
■ Metodo agli elementi finiti a intervalli (IFEM)

Modello a intervalli $d_i^I = d_{0,i} (1 + \alpha_i^I), \quad i = 1, 2, \dots, N$



$M(\alpha^I)$

Modello numerico



■ Metodo agli elementi finiti a intervalli (IFEM)

Modello a intervalli $d_i^I = d_{0,i} \left(1 + \alpha_i^I\right)$, $i = 1, 2, \dots, N$



$M(\alpha^I)$

Modello numerico

■ Generica risposta $y^I = f(\alpha^I)$

$$\mathbf{LB} \quad \underline{y} = \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\mathbf{LB})} = \arg \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\mathbf{UB} \quad \bar{y} = \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\mathbf{UB})} = \arg \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

**Elevato onere
computazionale**



■ Metodo agli elementi finiti a intervalli (IFEM)

Modello a intervalli $d_i^I = d_{0,i} \left(1 + \alpha_i^I\right)$, $i = 1, 2, \dots, N$



$M(\alpha^I)$

Modello numerico

■ Generica risposta $y^I = f(\alpha^I)$

$$\text{LB} \quad \underline{y} = \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\text{LB})} = \arg \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\text{UB} \quad \bar{y} = \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\text{UB})} = \arg \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

**Elevato onere
computazionale**

■ **Metodo proposto:** ad ogni passo di carico, il modello numerico viene approssimato mediante una Superficie di Risposta

$$y^I \approx y_{\text{RS}}(\alpha^I) = y_0 + \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^s \frac{\alpha_i^I}{A_i^{(k)} + B_i^{(k)} \alpha_i^I}$$

$r = 2s \times N$ coefficienti incogniti

**Ratio-of-polynomials
Response Surface**



$r + 1 = 2s \times N + 1$ analisi deterministiche agli FE (ABAQUS)



■ Metodo agli elementi finiti a intervalli (IFEM)

Modello a intervalli $d_i^I = d_{0,i} (1 + \alpha_i^I)$, $i = 1, 2, \dots, N$



$M(\alpha^I)$

Modello numerico

■ Generica risposta $y^I = f(\alpha^I)$

$$\text{LB} \quad \underline{y} = \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\text{LB})} = \arg \min_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\text{UB} \quad \bar{y} = \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

$$\alpha^{(\text{UB})} = \arg \max_{\alpha \in \alpha^I} \{f(\alpha)\}$$

Elevato onere
computazionale

■ Metodo proposto: ad ogni passo di carico, il modello numerico viene approssimato mediante una Superficie di Risposta

$$y^I \approx y_{\text{RS}}(\alpha^I) = y_0 + \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^s \frac{\alpha_i^I}{A_i^{(k)} + B_i^{(k)} \alpha_i^I}$$

$r = 2s \times N$ coefficienti incogniti



Ratio-of-polynomials
Response Surface

LB

$$\underline{y} \approx \min_{\alpha \in \alpha^I} \{y_{\text{RS}}(\alpha)\}$$

UB

$$\bar{y} \approx \max_{\alpha \in \alpha^I} \{y_{\text{RS}}(\alpha)\}$$

$r + 1 = 2s \times N + 1$ analisi deterministiche agli FE (ABAQUS)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



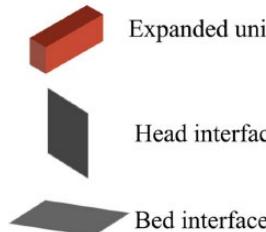
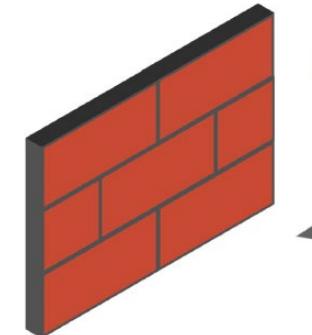
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Parametri incerti

$$d_i^I = d_{0,i} (1 + \alpha_i^I), \quad i = 1, 2, \dots, N$$



Modello agli EF



Analisi deterministiche agli EF nei "sampling points" $\Rightarrow y^{(i,j)}$



Valutazione dei coefficienti incogniti $A_i^{(k)}, B_i^{(k)} \Rightarrow \text{RS} : y_{\text{RS}}(\alpha^I)$



LB

$$\underline{y} \approx y_{\text{RS}}(\alpha^{(\text{LB})})$$

$$\bar{y} \approx y_{\text{RS}}(\alpha^{(\text{UB})})$$

UB



Analisi agli EF per $\alpha = \alpha^{(\text{LB})}$ e $\alpha = \alpha^{(\text{UB})}$



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

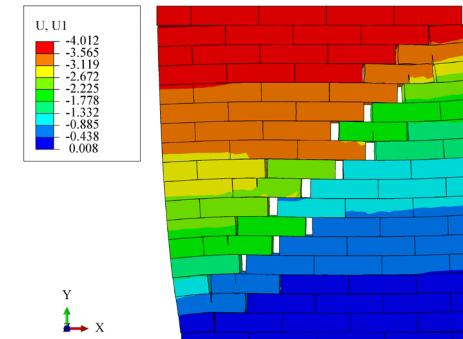
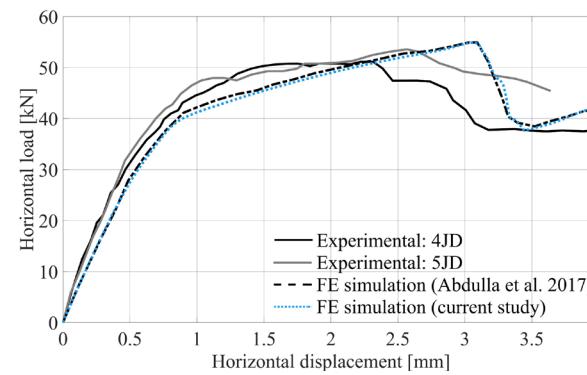
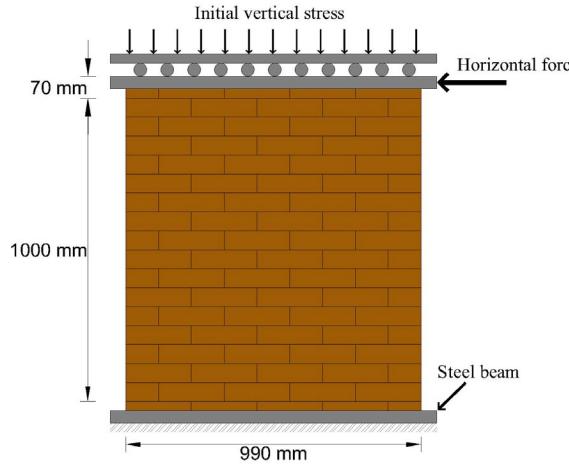


tech4you

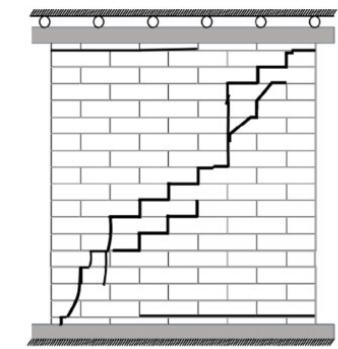


università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

■ Parete in muratura *benchmark*: validazione del modello agli elementi finiti

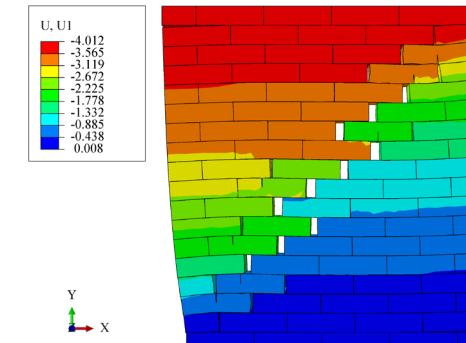
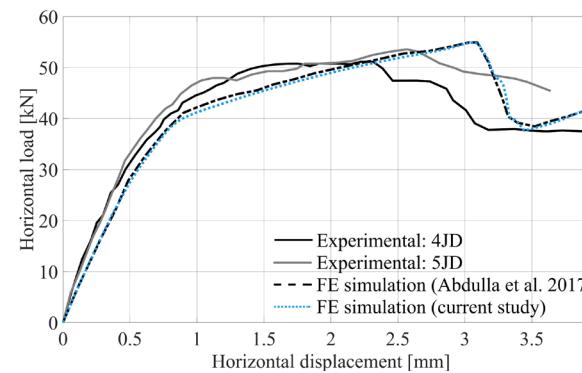
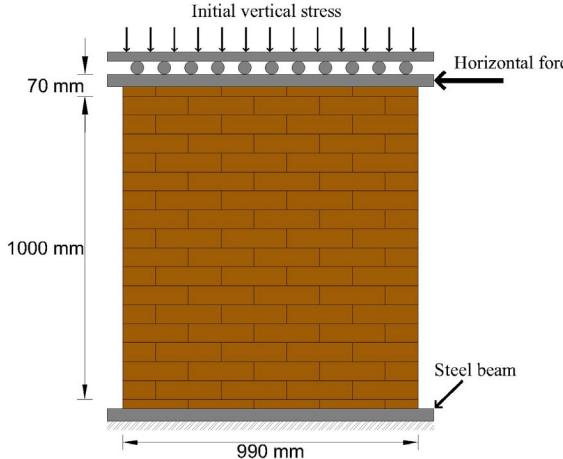


Analisi agli elementi finiti

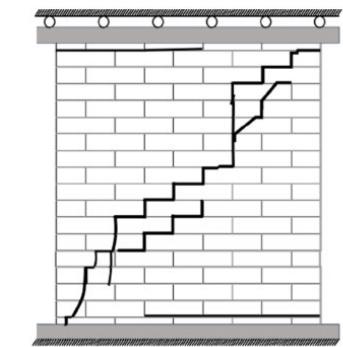


Risultati sperimentali

■ Parete in muratura *benchmark*: validazione del modello agli elementi finiti

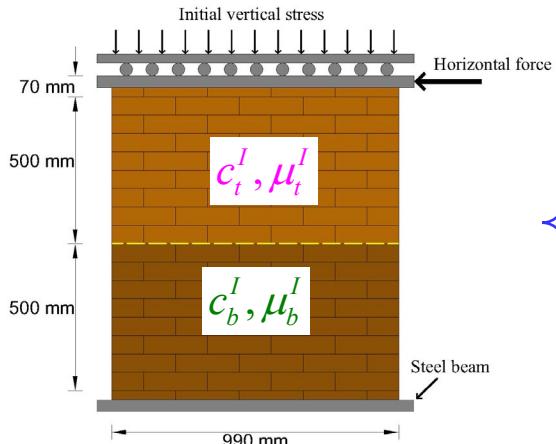


Analisi agli elementi finiti



Risultati sperimentali

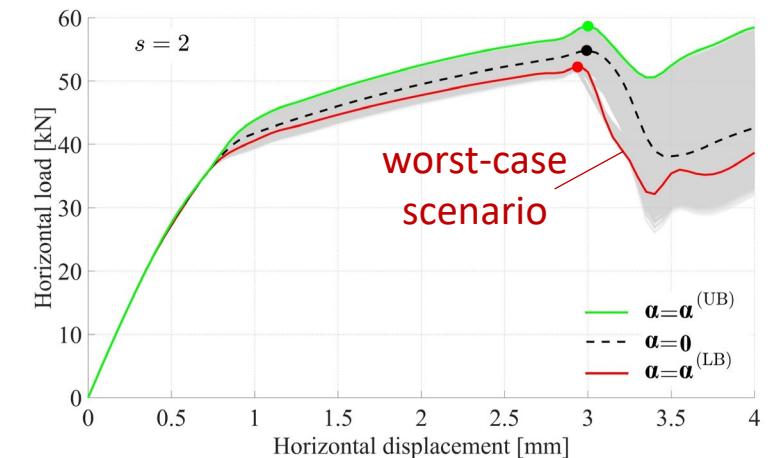
■ Parete in muratura con coesione e coefficiente di attrito dell'interfaccia malta-blocchi incerti



$$\left. \begin{array}{l} d_1^I = c_b^I = c_0(1 + \alpha_{c_b}^I) = c_0(1 + \Delta\alpha \hat{e}_{c_b}^I) \\ d_2^I = \mu_b^I = \mu_0(1 + \alpha_{\mu_b}^I) = \mu_0(1 + \Delta\alpha \hat{e}_{\mu_b}^I) \\ d_3^I = c_t^I = c_0(1 + \alpha_{c_t}^I) = c_0(1 + \Delta\alpha \hat{e}_{c_t}^I) \\ d_4^I = \mu_t^I = \mu_0(1 + \alpha_{\mu_t}^I) = \mu_0(1 + \Delta\alpha \hat{e}_{\mu_t}^I) \end{array} \right\}$$

RS	n. analisi deterministiche
$s=1$	9
$s=2$	17

$\Delta\alpha = 0.1$





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

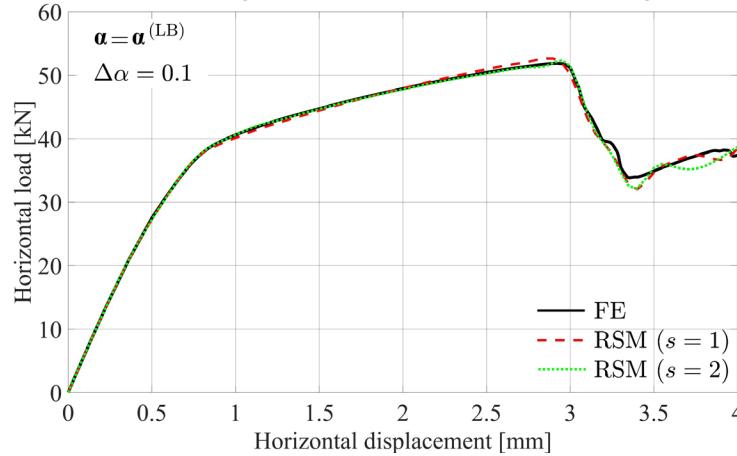


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

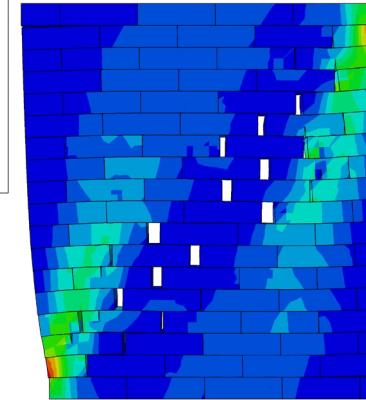
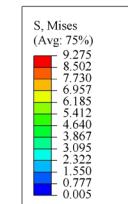


università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

LB (worst-case scenario)

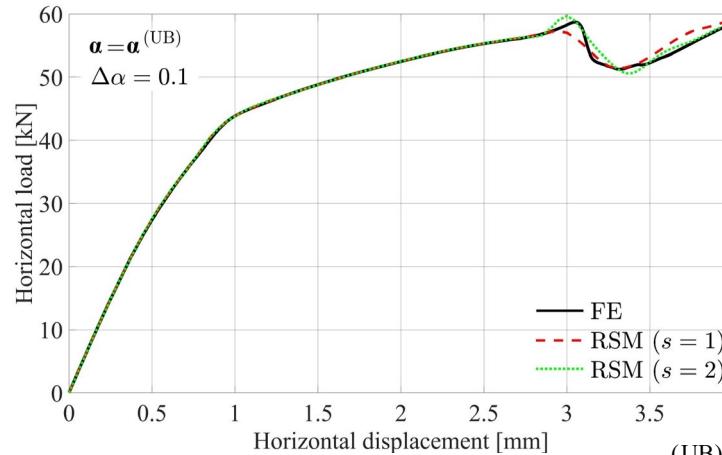


$\Delta\alpha = 0.1$

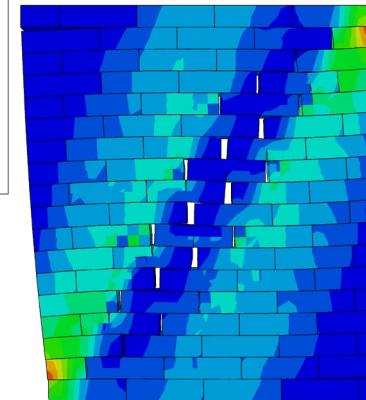
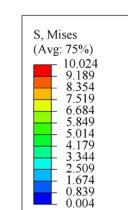


$$\mathbf{a}^{(LB)} = [-0.1 \quad -0.1 \quad 0.1 \quad -0.1]^T$$

UB

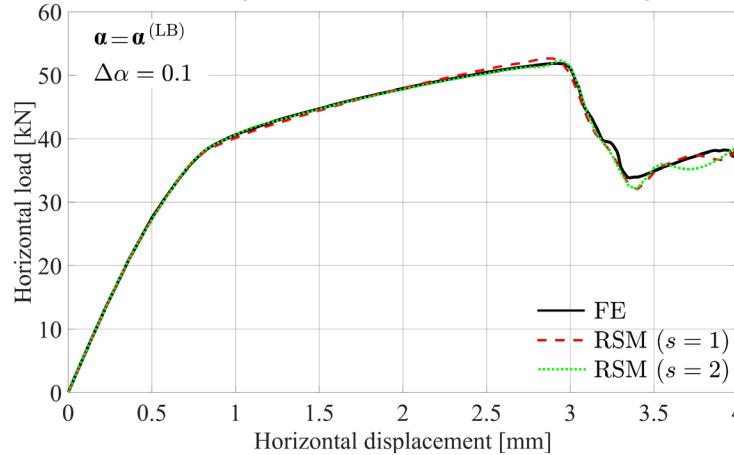


$\Delta\alpha = 0.1$

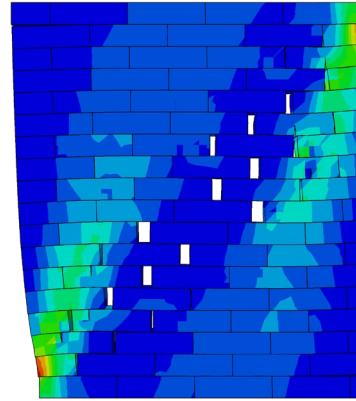
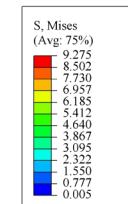


$$\mathbf{a}^{(UB)} = [0.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.1]^T$$

LB (worst-case scenario)

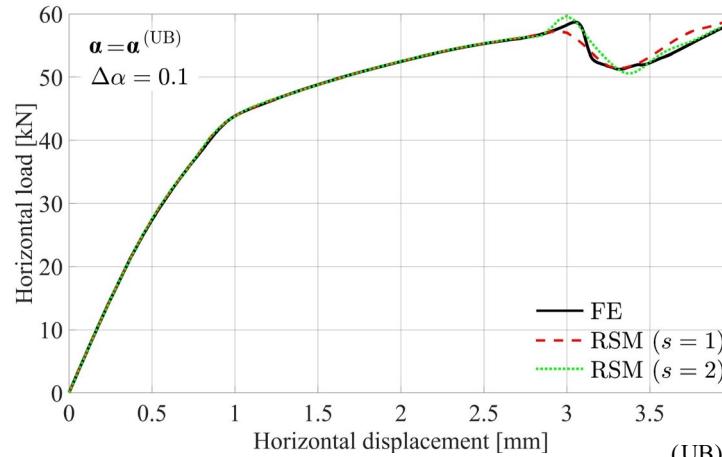


$\Delta\alpha = 0.1$

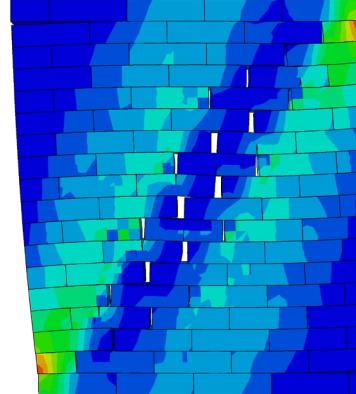
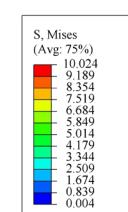


$$\alpha^{(LB)} = [-0.1 \quad -0.1 \quad 0.1 \quad -0.1]^T$$

UB



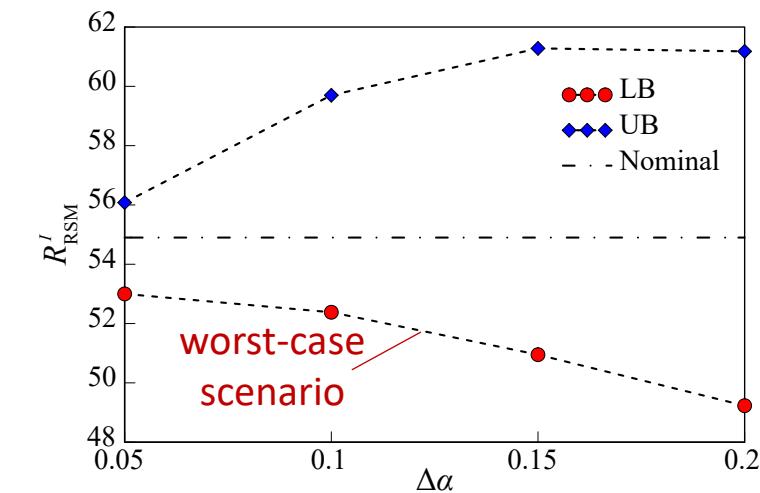
$\Delta\alpha = 0.1$



$$\alpha^{(UB)} = [0.1 \quad 0.1 \quad 0.1 \quad 0.1]^T$$

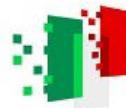
Resistenza nel piano

$$R_{RSM}^I = \begin{bmatrix} R_{RSM} & \bar{R}_{RSM} \end{bmatrix}$$





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italidomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

■ Disseminazione dei risultati

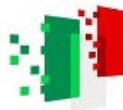
- Bayat E, Tubino F, Sofi A (2024), In-plane behaviour of unreinforced masonry walls with uncertain mechanical properties, Landscape Across the Mediterranean (CrossMED) 11-13 December 2024, Reggio Calabria (Italy).
- **Keynote Lecture:** Sofi A, Bayat E, and Tubino F, Capacity bounds of unreinforced masonry walls with interval mechanical properties, UNCECOMP 2025, 6th ECCOMAS Thematic Conference on Uncertainty Quantification in Computational Sciences and Engineering M. Papadrakakis, V. Papadopoulos, G. Stefanou (eds.) Rhodes Island, Greece, 15-18 June 2025.
- Bayat E, Tubino F, Sofi A (2024), In-plane behaviour of unreinforced masonry walls with interval mechanical properties, Computers and Structures (prima revisione).

■ Attività in corso

- Applicazione della procedura proposta ad una parete in muratura con caratteristiche analoghe a quella di palazzo Mesiani.
- Predisposizione dei contenuti per la piattaforma digitale “ECOPHYGITAL”.



(Palazzo Mesiani, Bova)



Contenuti da trasferire alla piattaforma digitale “ECOPHYGITAL”

Riferimenti bibliografici

- Influenza dei cambiamenti climatici sulle proprietà meccaniche della muratura
- Modellazione delle incertezze nelle murature
- Modellazione a intervalli delle incertezze
- Modellazione numerica di elementi strutturali in muratura
- Metodo della Superficie di Risposta e propagazione delle incertezze a intervalli

Modelli e metodologie

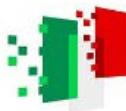
- Modello a intervalli delle proprietà meccaniche incerte
- Modello agli elementi finiti di una parete in muratura
- Analisi di sensitività
- Metodo della Superficie di Risposta

Risultati

- Risposta di una parete in muratura soggetta a forze nel piano al variare delle proprietà meccaniche (grafici)
- Validazione della Superficie di Risposta proposta (grafici)
- Limite inferiore e superiore della capacità e corrispondenti meccanismi di collasso di una parete con proprietà meccaniche incerte a intervalli (grafici)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



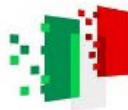
Action 5

Development of time-varying vulnerability assessment tools and advanced protocols for cataloging existing historic buildings on identity structural types

Responsible: Prof. E.Chioccarelli



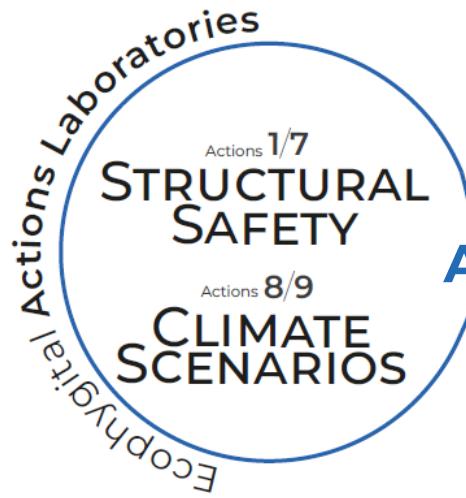
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Action 6/7

Development of digital active control devices, based on the concept of inerter, for the protection and security of monumental heritage assets

Responsible: Prof. G.Failla



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 6: Isolamento alla base con inerter

- Progetto prototipo e validazione sperimentale
- Simulazione applicazione su Palazzo Mesiani, Bova

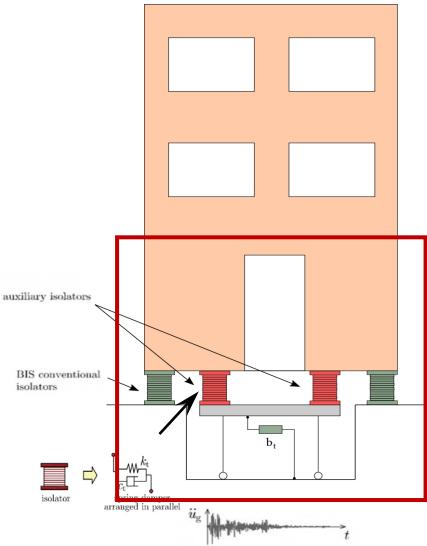
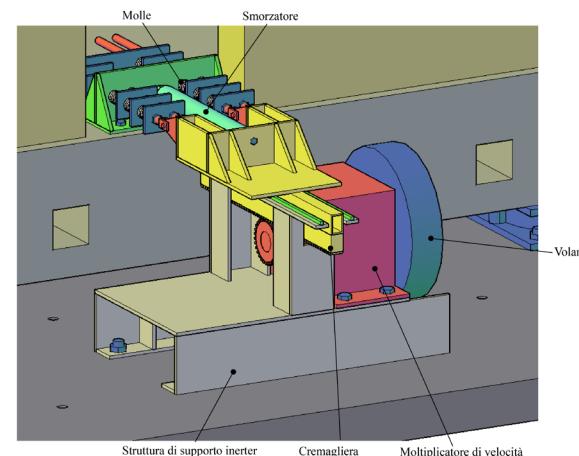
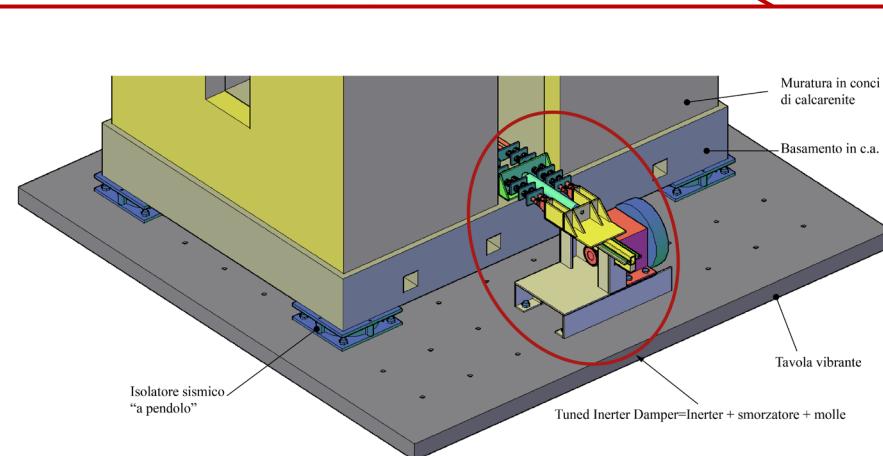


Tavola vibrante



Palazzo Mesiani, Bova



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



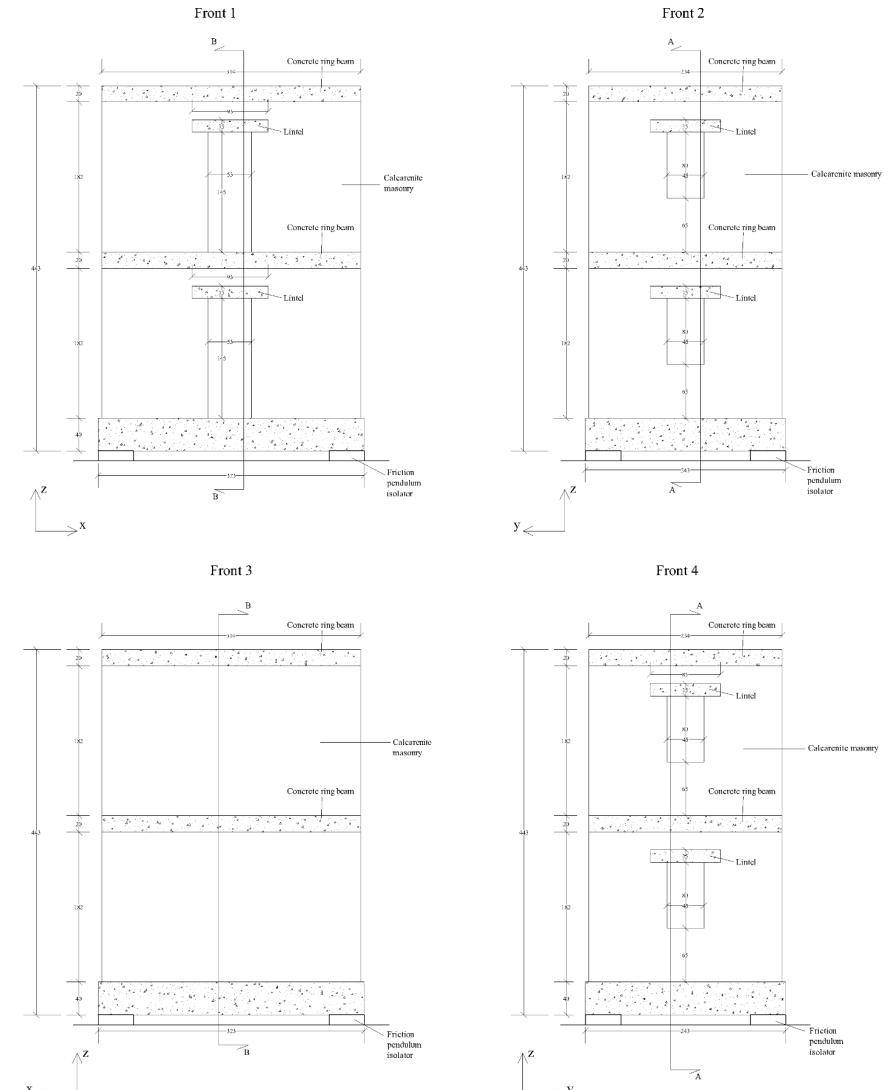
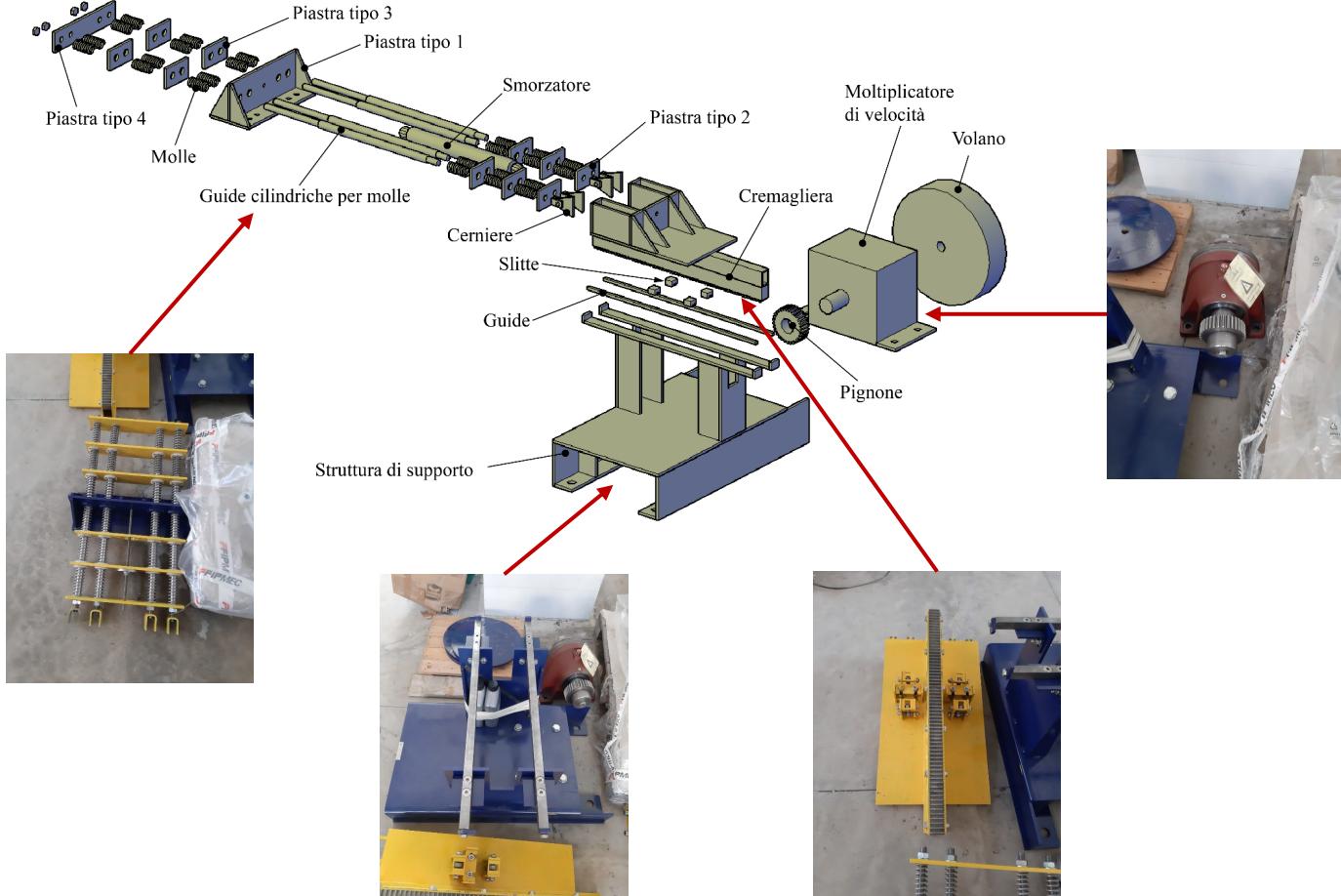
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 6: Isolamento alla base con inerter

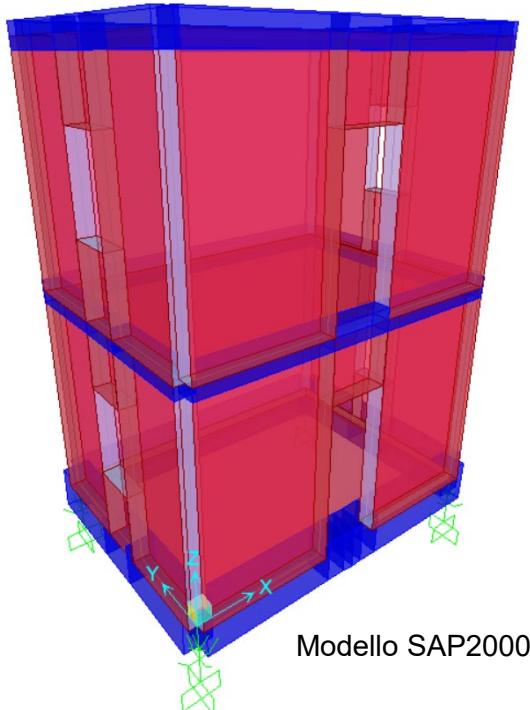
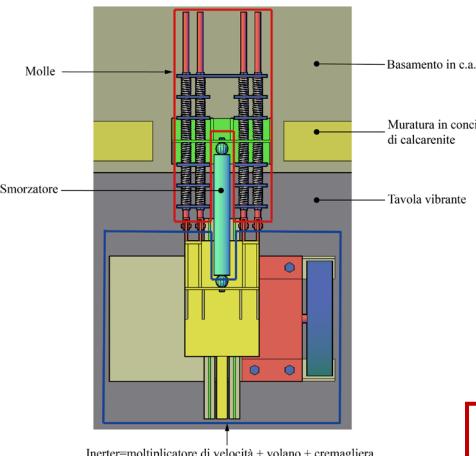
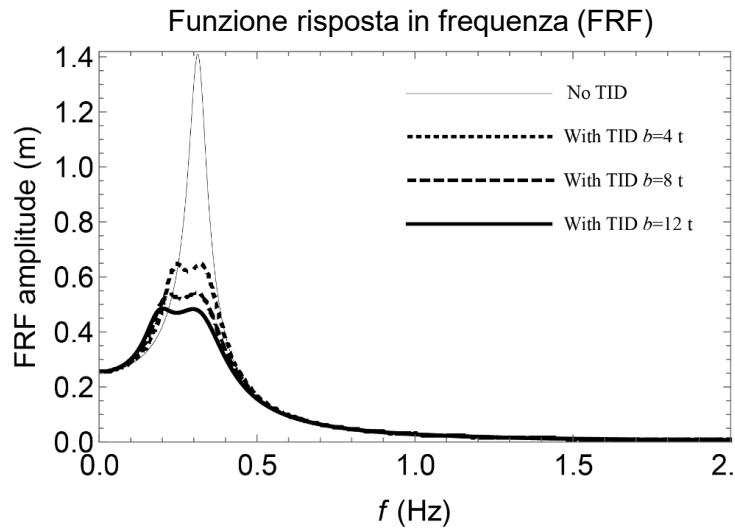
- Progetto prototipo e validazione sperimentale



Prototipo edificio in muratura scala 2:3

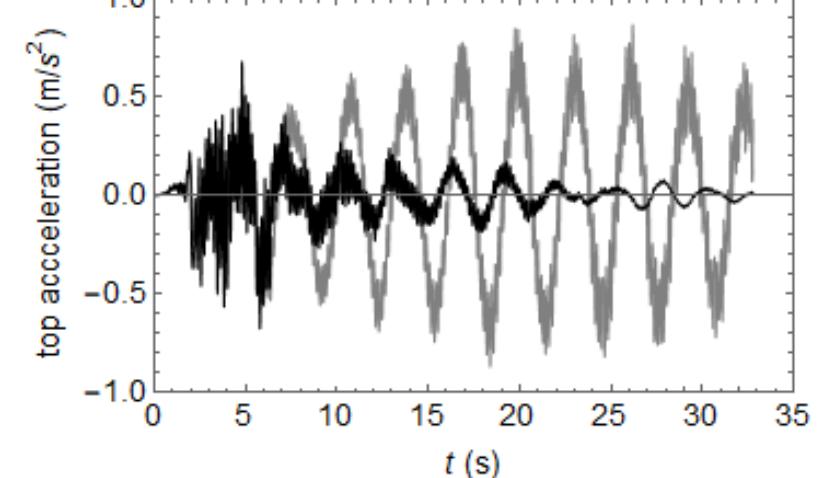
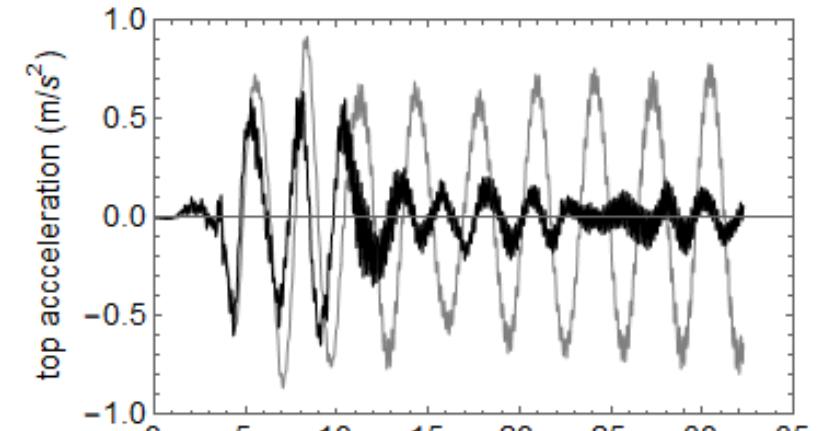
Azione 6: Isolamento alla base con inerter

- Progetto prototipo e validazione sperimentale



Parametri ottimali

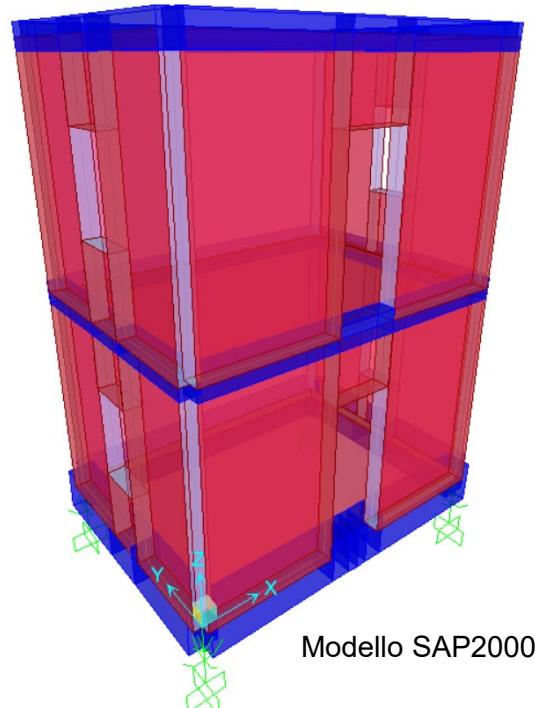
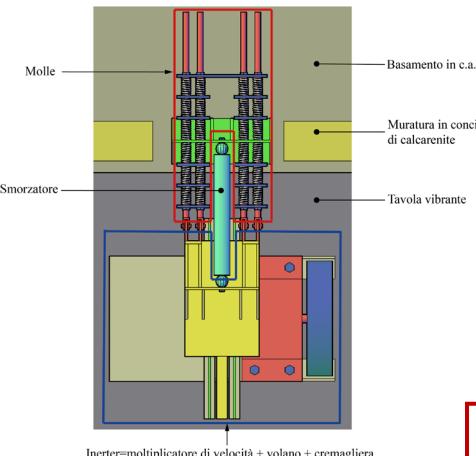
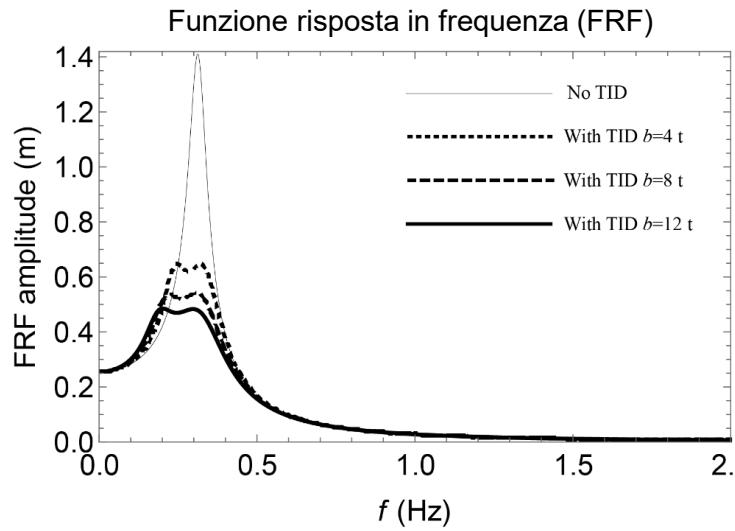
b (t)	k_d (N/m)	c_d (Ns/m)
4	11000	3270
8	16900	7670
12	20300	11950



Accelerazione assoluta sommità struttura: Irpinia, 1980 (sopra); Loma Prieta 1989 (sotto)

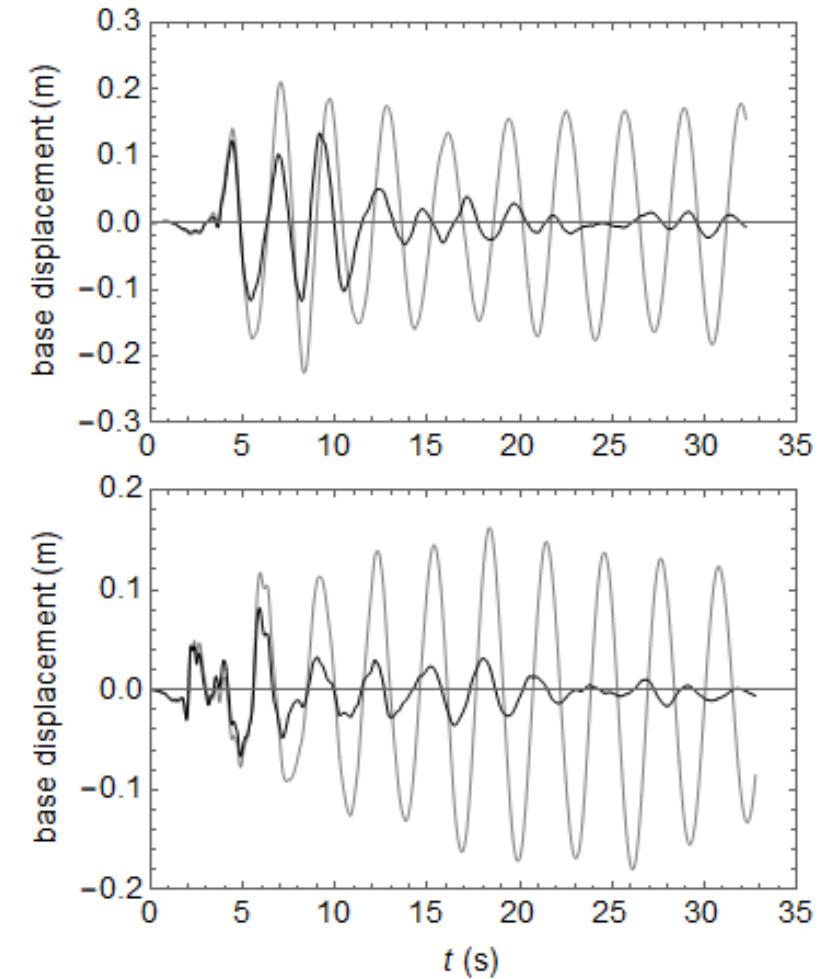
Azione 6: Isolamento alla base con inerter

- Progetto prototipo e validazione sperimentale



Parametri ottimali

b (t)	k_d (N/m)	c_d (Ns/m)
4	11000	3270
8	16900	7670
12	20300	11950



Spostamento relativo base struttura: Irpinia, 1980 (sopra); Loma Prieta 1989 (sotto)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



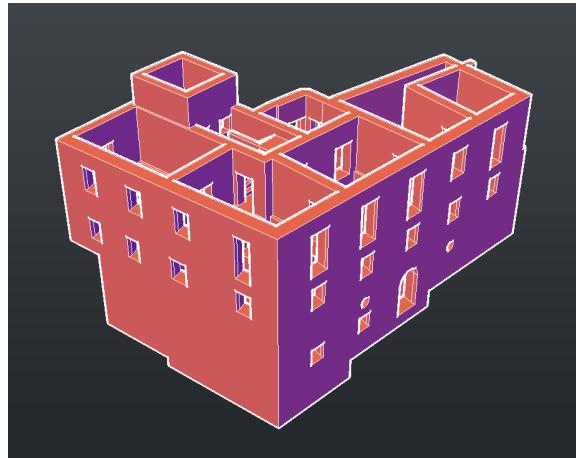
tech4you



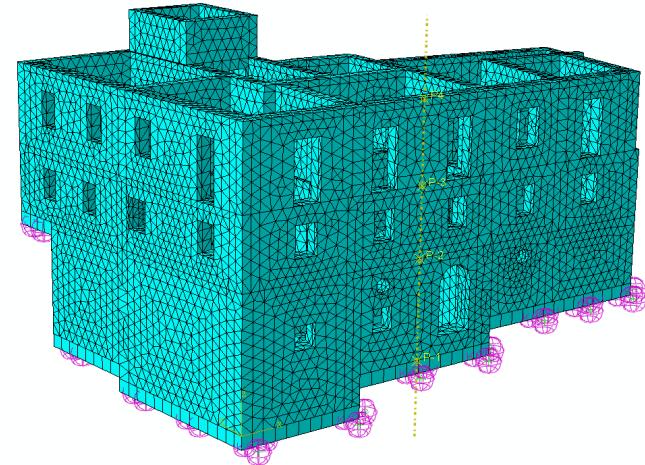
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 6: Isolamento alla base con inerter

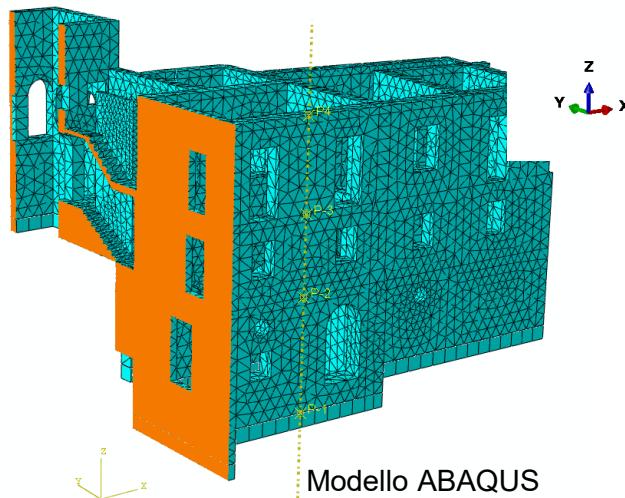
- Simulazione applicazione su Palazzo Mesiani, Bova



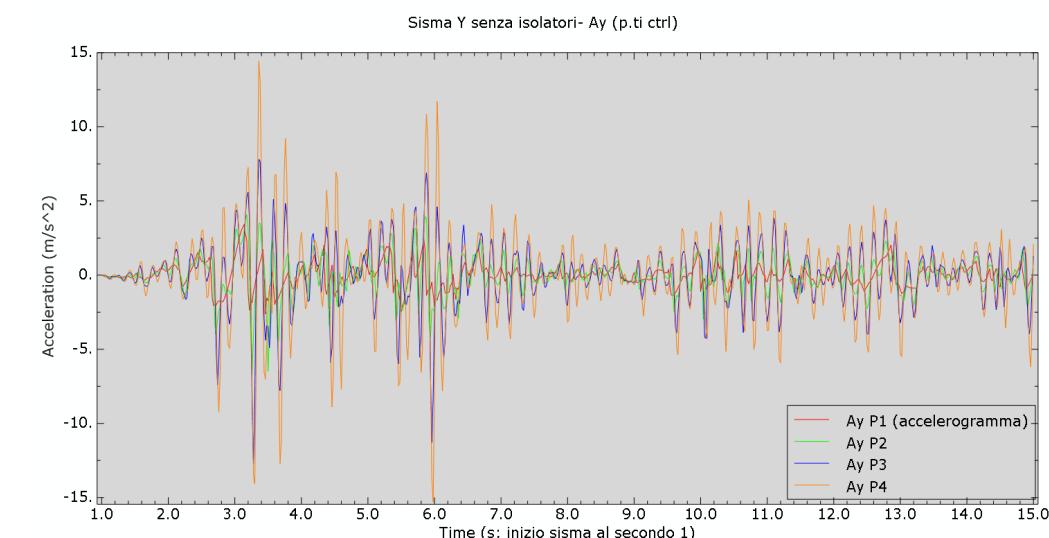
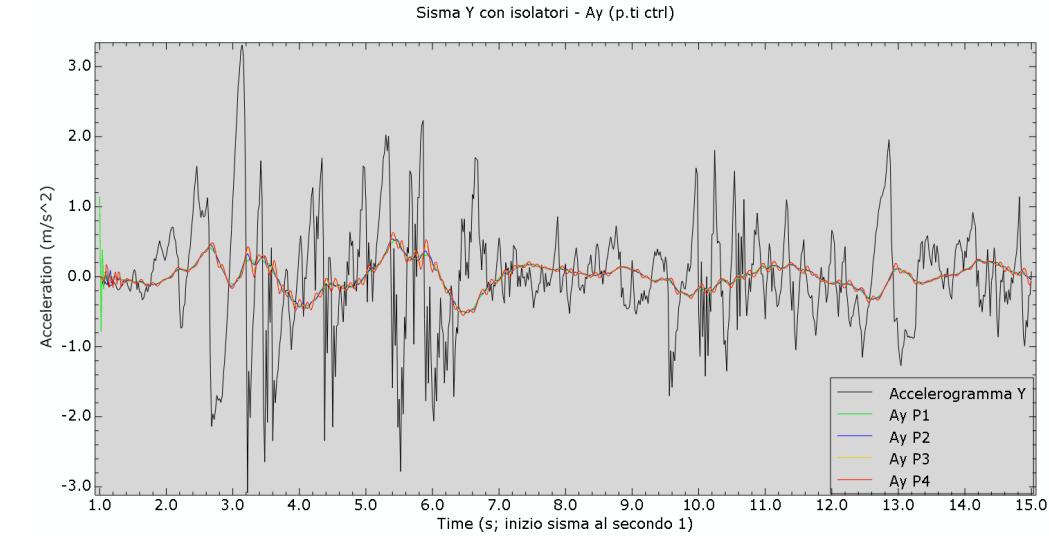
Palazzo Mesiani, Bova



Modello ABAQUS



Modello ABAQUS





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



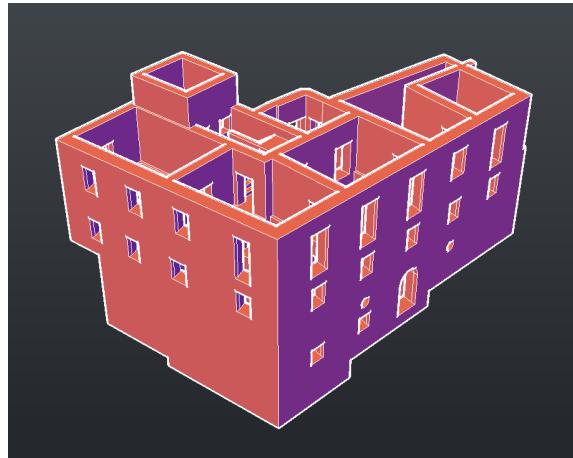
tech4you



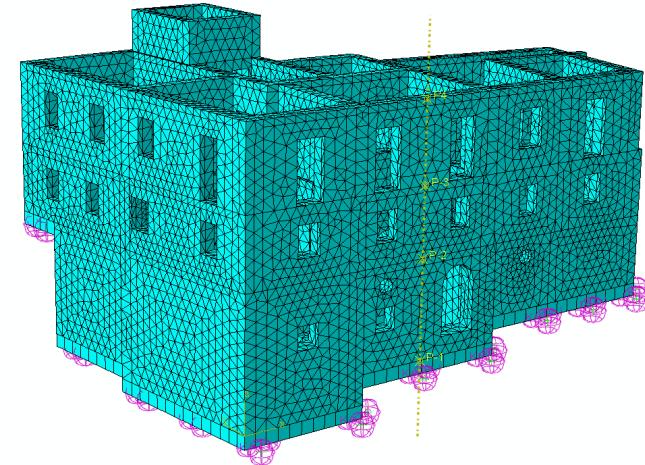
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 6: Isolamento alla base con inerter

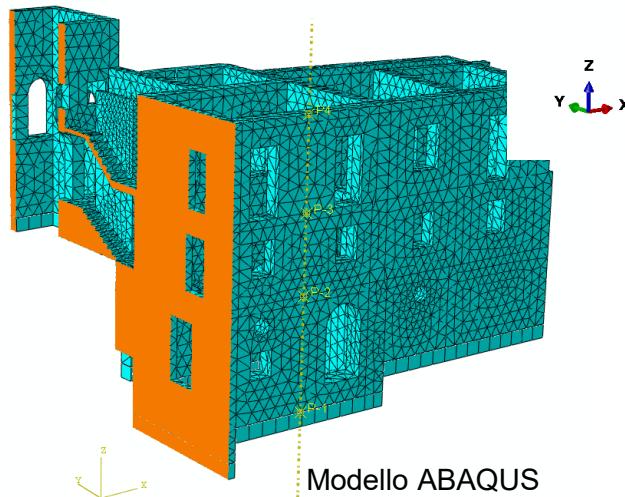
- Simulazione applicazione su Palazzo Mesiani, Bova



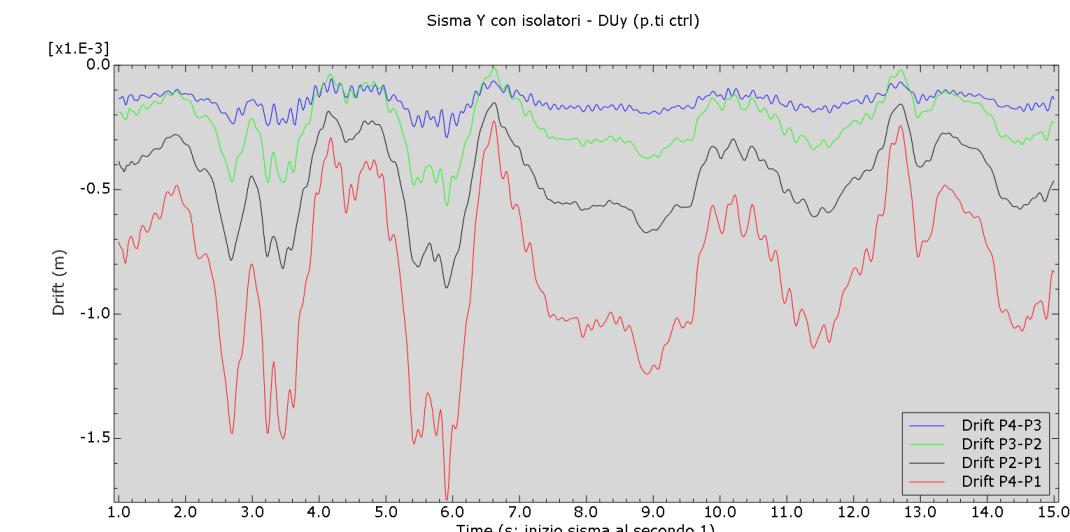
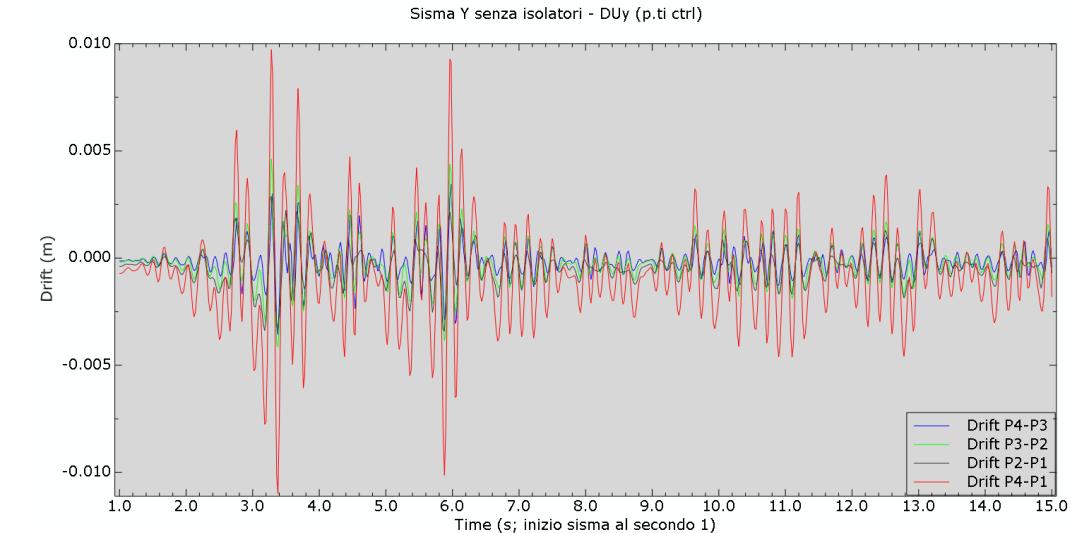
Palazzo Mesiani, Bova



Modello ABAQUS



Modello ABAQUS





Azione 6: Isolamento alla base con inerter

SEZIONE 2 – AREA DELLE INFORMAZIONI <i>Area delle Informazioni (Sicurezza strutturale, ambientale e climate change)</i>							SEZIONE 2 <i>Area dei contenuti (Misure e interventi)</i>
Codice	Applicazione (Caso di studio / Tipo di rischio)	Tipo di informazione	Descrizione breve	Formato file	Interazione / Visualizzazione	Interoperabilità	
A1.1	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Testi descrittivi	Design e realizzazione di prototipo di sistema di isolamento alla base con inerter	Markdown (.md) / HTML (.html) / PDF/A	Pagina web suddivisa in capitoli espandibili; anchor link e tooltip per note esplicative	Link ipertestuali a servizi esterni	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni - .pdf, .jpg, .png
A1.2	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Dati numerici	Indicatori di prestazione e metriche (es. modelli, simulazioni), sotto forma di grafici e tavole	CSV / XLSX / PDF	Tabelle interattive e grafici filtrati per tipologia di dati rappresentati	Connessione a database relazionale (es. PostgreSQL/PostGIS)	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, jpg, .png
A1.3	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Grafici e infografiche	Grafici e mappe semplificate (es. mappe di sforzo, mappe di deformazione)	SVG (vettoriale) / PDF/ PNG / JPEG	Embed SVG responsivo (zoom/hover tooltip), slideshow di immagini, filtri per tipologia di diagramma		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.4	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Immagini fotografiche	Disegni tecnici di prototipo di sistema di isolamento alla base con inerter	JPEG/PNG (min 300 dpi)	Galleria cliccabile con lightbox		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A2.1	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Riferimenti bibliografici	Elenco completo di studi, articoli e report utilizzati: titolo, autori, anno, DOI, abstract sintetico.	BibTeX (.bib) / RIS	Lista ordinabile per autore/anno, esportazione in EndNote/RefWorks, pop-up con abstract e link diretto al PDF originale	Linked Data (schema.org), DOI resolver, SPARQL endpoint per query semantiche sulle fonti	
A2.2	Analisi sperimentale di edificio in muratura con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Link e risorse esterne	URL a dataset, portali istituzionali e repository (es. IPCC, Climate Data Store, OpenStreetMap).	CSV (link list) / JSON (link objects)	Elenco cliccabile con anteprima (favicon + breve descrizione), badge di accessibilità API	API RESTful, autenticazione OAuth2 se necessaria, descrizione Swagger/OpenAPI per ciascun endpoint	



Azione 6: Isolamento alla base con inerter

SEZIONE 2 – AREA DELLE INFORMAZIONI							SEZIONE 2
Area delle Informazioni (Sicurezza strutturale, ambientale e climate change)							Area dei contenuti (Misure e interventi)
Codice	Applicazione (Caso di studio / Tipo di rischio)	Tipo di informazione	Descrizione breve	Formato file	Interazione / Visualizzazione	Interoperabilità	
A1.1	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Testi descrittivi	Introduzione su rischio sismico e sistemi di isolamento sismico Design di sistema di isolamento alla base con inerter	Markdown (.md) / HTML (.html) / PDF/A	Pagina web suddivisa in capitoli espandibili; anchor link e tooltip per note esplicative	Link ipertestuali a servizi esterni	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni - .pdf, .jpg, .png
A1.2	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Dati numerici	Indicatori di prestazione e metriche (es. modelli, simulazioni), sotto forma di grafici e tabelle	CSV / XLSX / PDF	Tabelle interattive e grafici filtrati per tipologia di dati rappresentati	Connessione a database relazionale (es. PostgreSQL/PostGIS)	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.3	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Grafici e infografiche	Grafici e mappe semplificate (es. mappe di sforzo, mappe di deformazione)	SVG (vettoriale) / PDF/ PNG / JPEG	Embed SVG responsivo (zoom/hover tooltip), slideshow di immagini, filtri per tipologia di diagramma		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.4	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Immagini fotografiche	Documentazione fotografica stato attuale	JPEG/PNG (min 300 dpi)	Galleria cliccabile con lightbox		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A2.1	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Riferimenti bibliografici	Elenco completo di studi, articoli e report utilizzati: titolo, autori, anno, DOI, abstract sintetico.	BibTeX (.bib) / RIS	Lista ordinabile per autore/anno, esportazione in EndNote/RefWorks, pop-up con abstract e link diretto al PDF originale	Linked Data (schema.org), DOI resolver, SPARQL endpoint per query semantiche sulle fonti	
A2.2	Palazzo Mesiani con sistema di isolamento alla base con inerter / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Link e risorse esterne	URL a dataset, portali istituzionali e repository (es. IPCC, Climate Data Store, OpenStreetMap).	CSV (link list) / JSON (link objects)	Elenco cliccabile con anteprima (favicon + breve descrizione), badge di accessibilità API	API RESTful, autenticazione OAuth2 se necessaria, descrizione Swagger/OpenAPI per ciascun endpoint	



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

- Progetto prototipo e validazione sperimentale
- Simulazione applicazione su Palazzo Mesiani, Bova

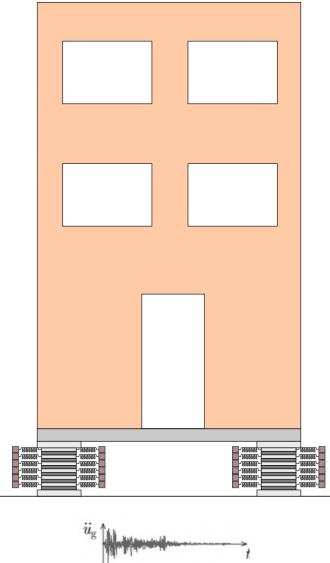
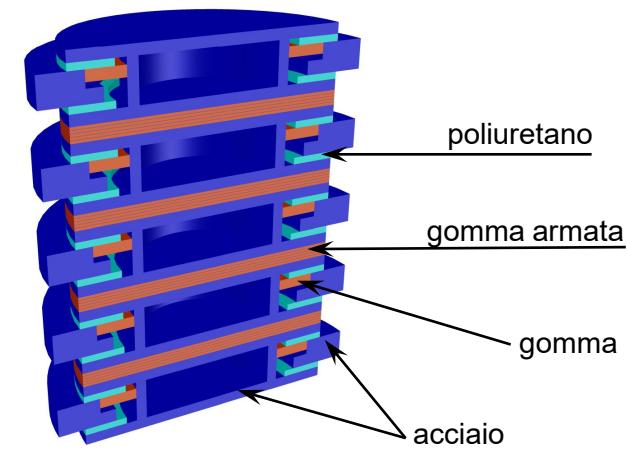
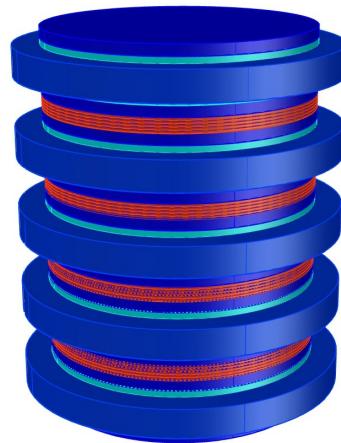


Tavola vibrante



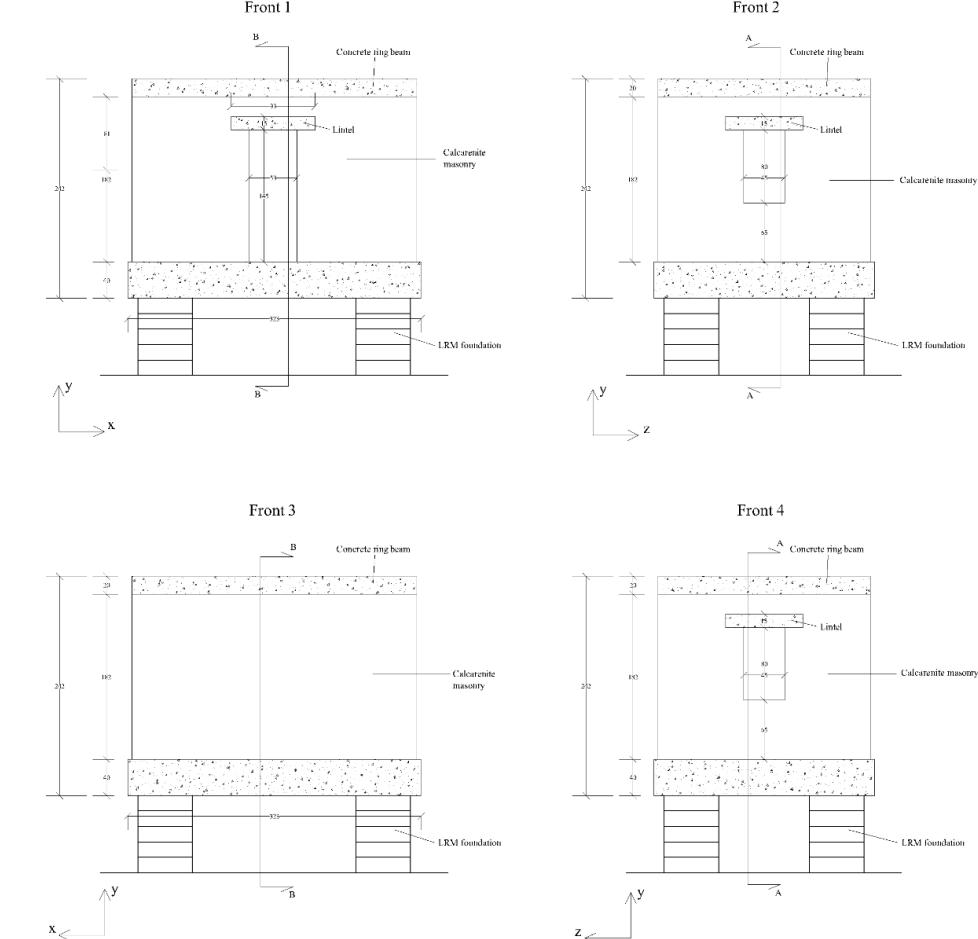
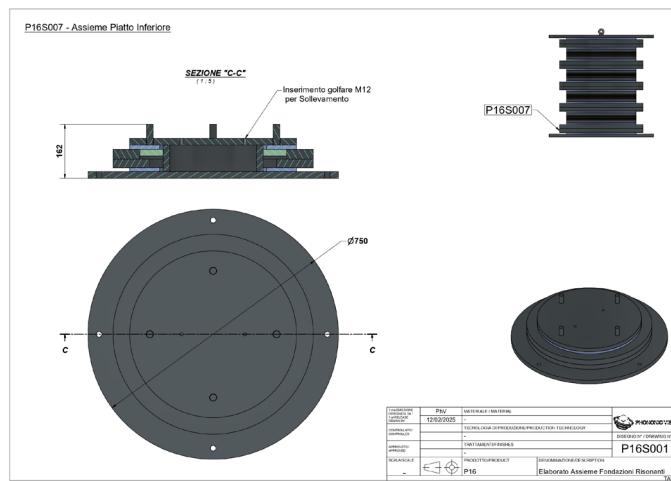
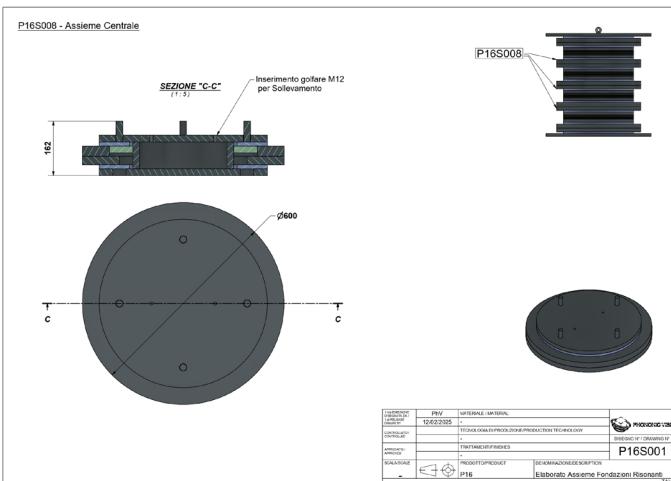
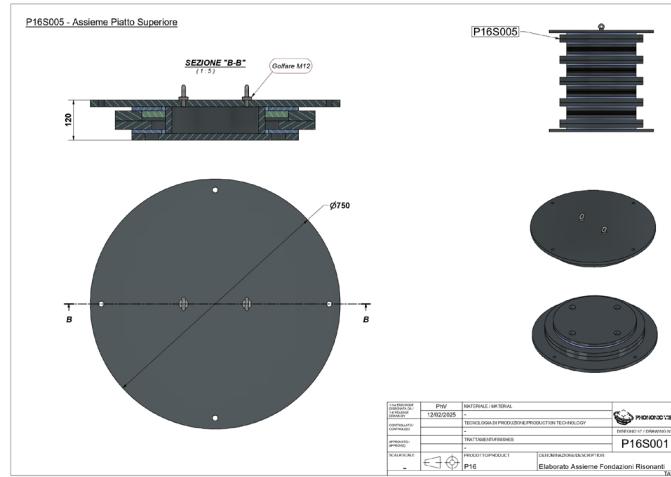
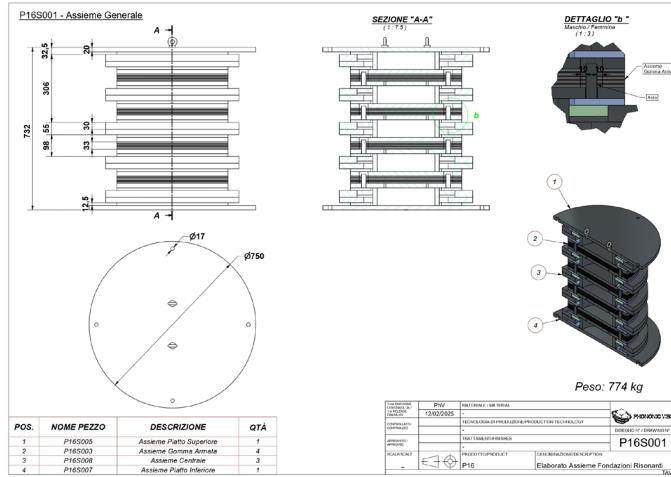
Palazzo Mesiani, Bova



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

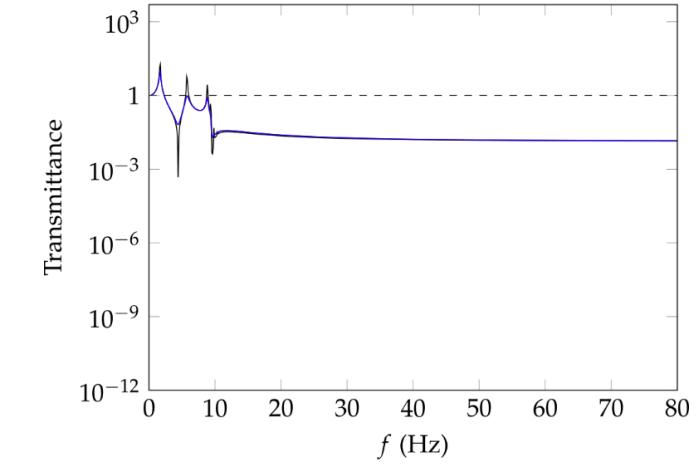
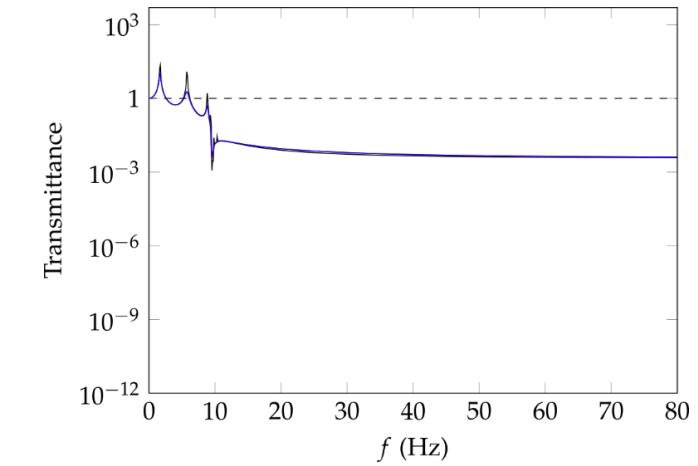
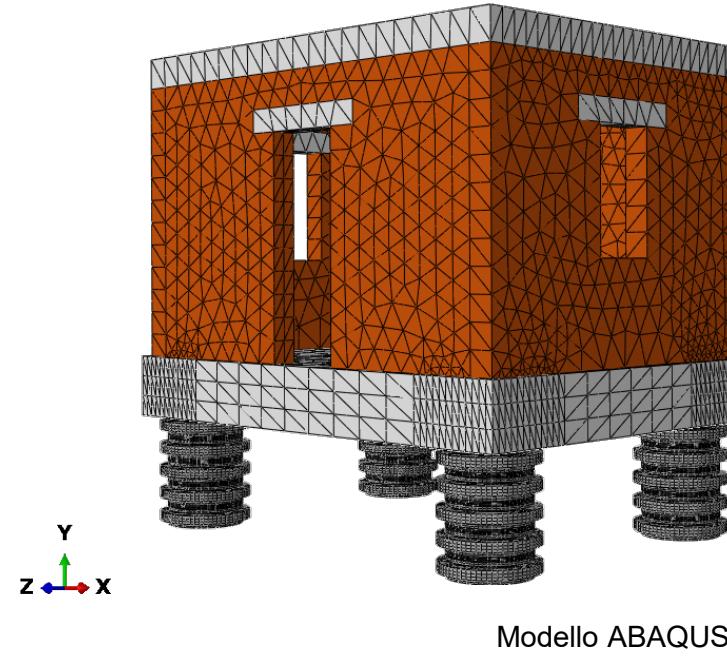
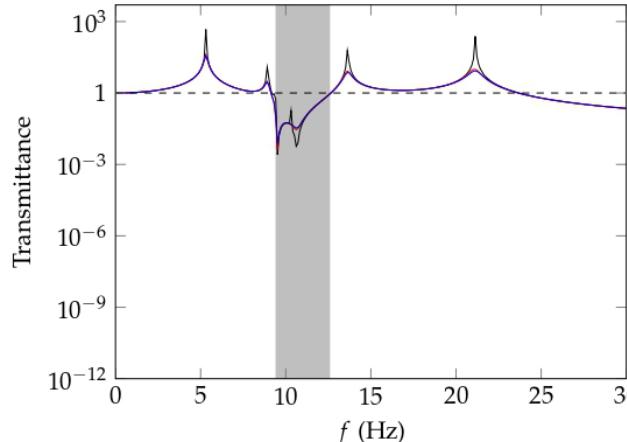
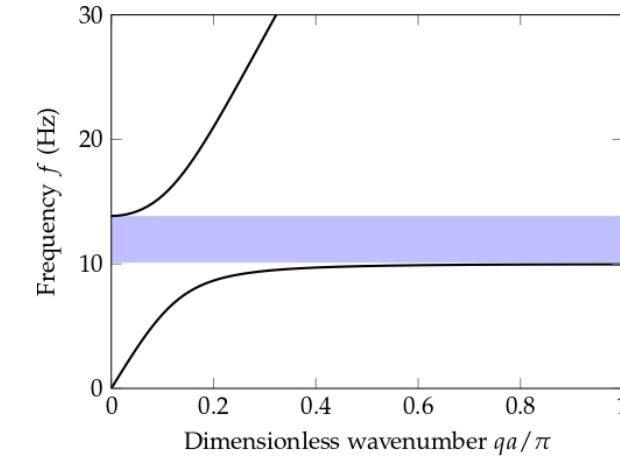
- Progetto prototipo e validazione sperimentale



Prototipo edificio in muratura scala 1:3

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

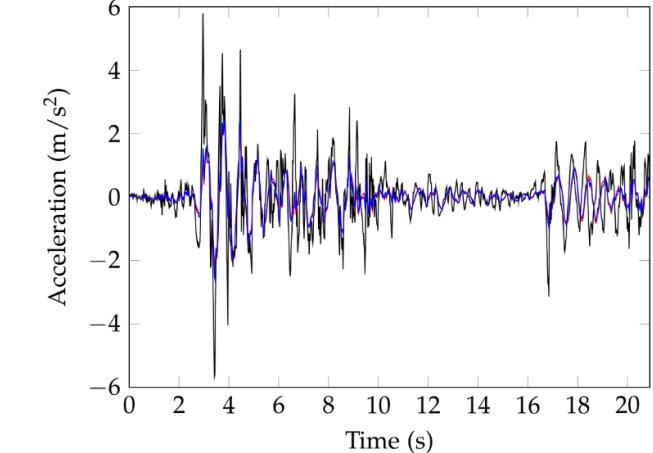
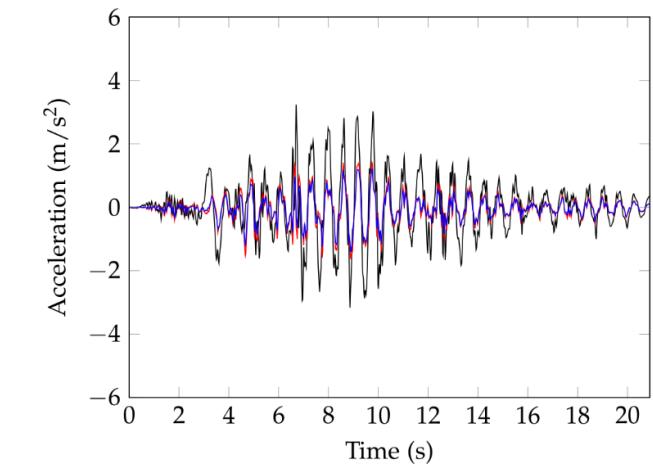
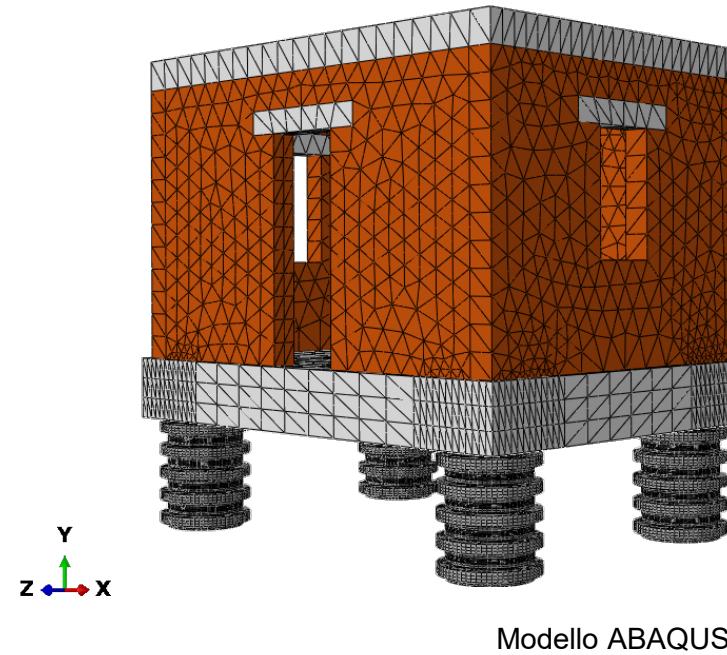
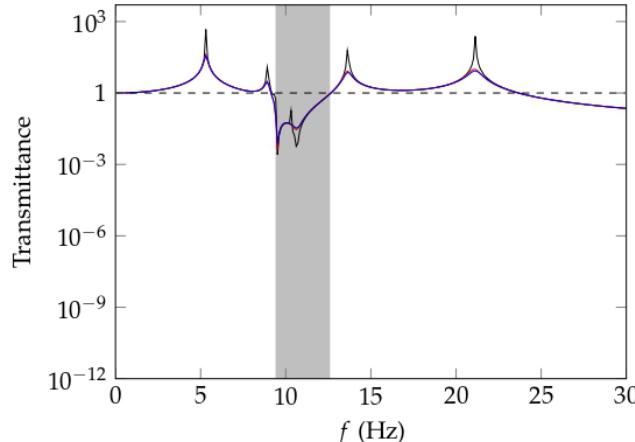
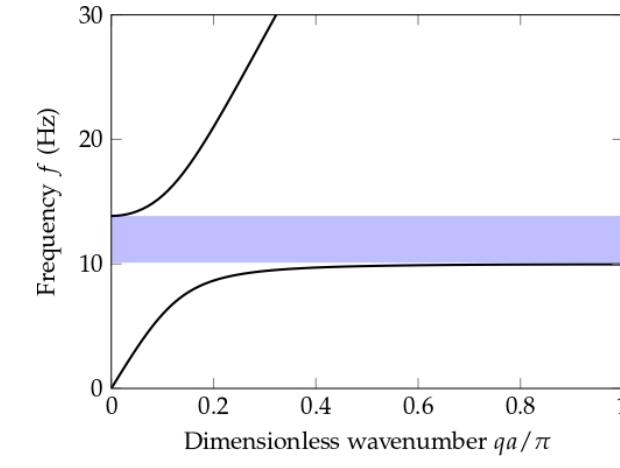
- Progetto prototipo e validazione sperimentale



- No damping
- Damping factor 10 %
- Damping factor 15 %

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

- Progetto prototipo e validazione sperimentale

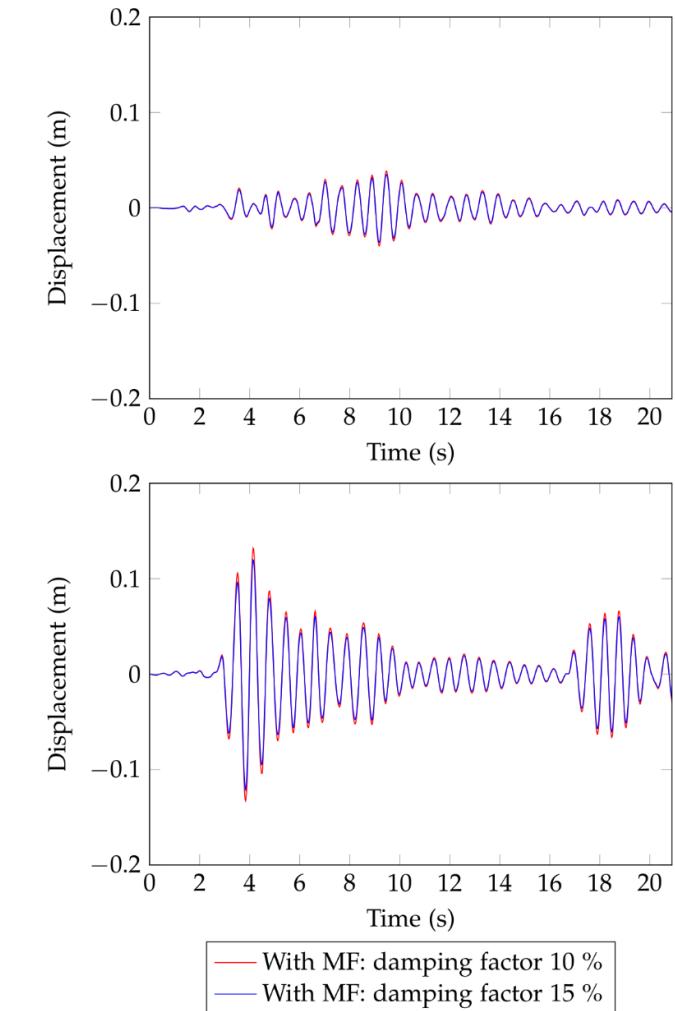
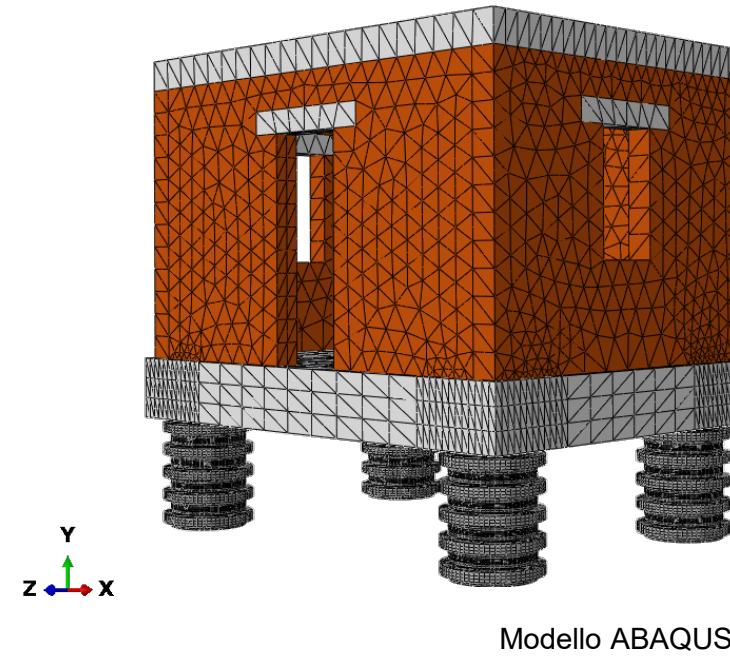
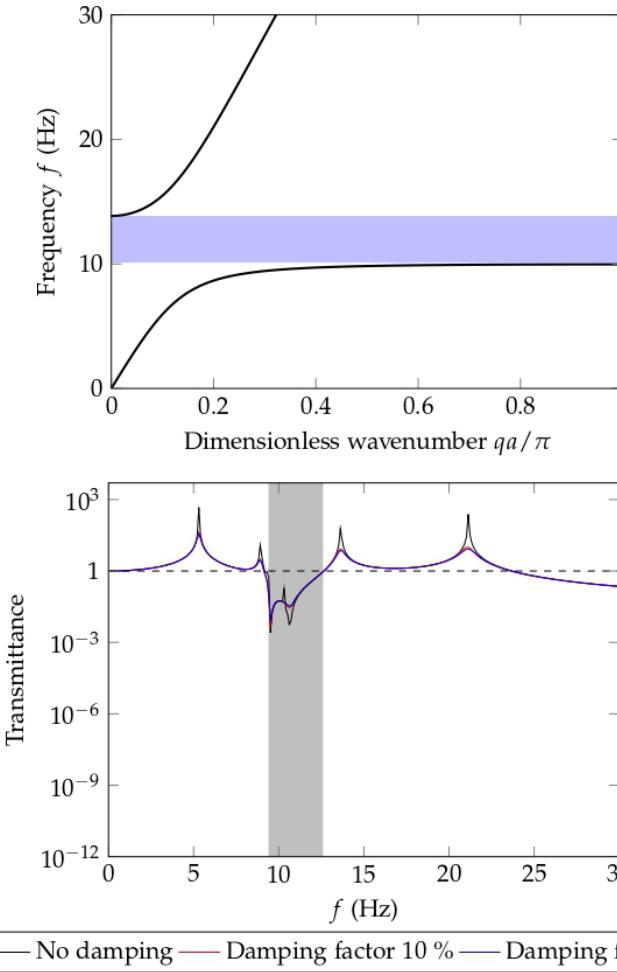


— Without MF
— With MF: damping factor 10 %
— With MF: damping factor 15 %

Accelerazione assoluta sommità struttura: Tabas 1978 (sopra), Cape Mendocino 1992 (sotto).

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

- Progetto prototipo e validazione sperimentale





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



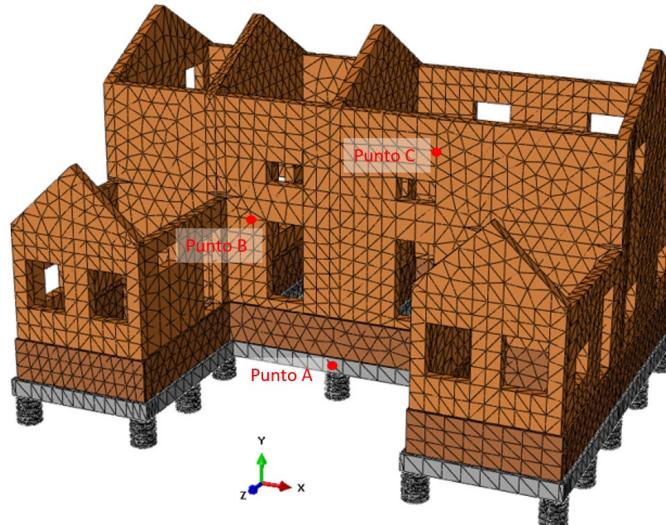
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

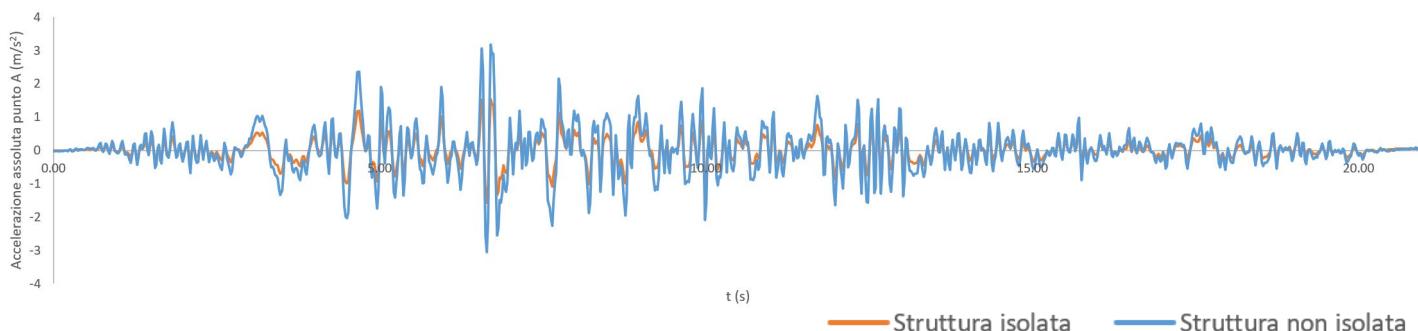
- Simulazione su edificio esistente



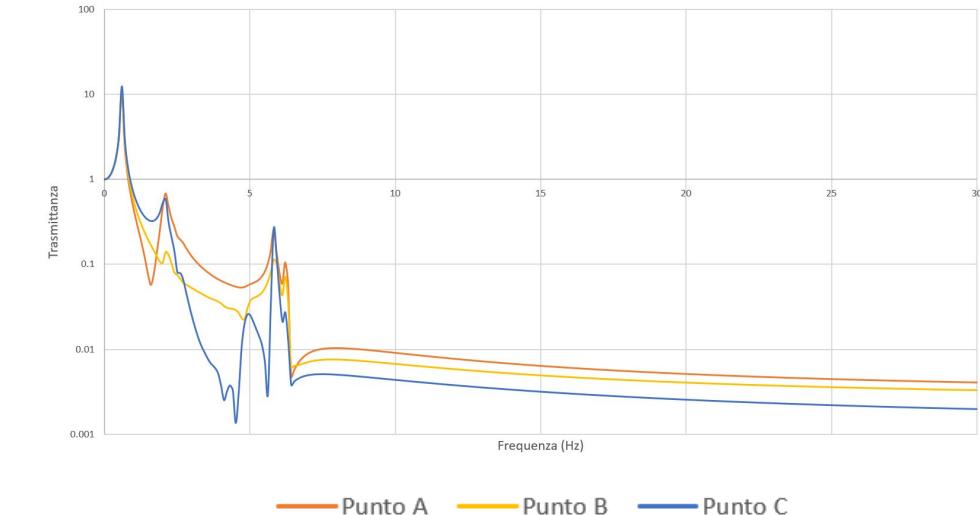
Frantoio Nesci



Modello ABAQUS

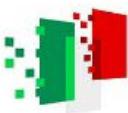


Trasmittanza struttura.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



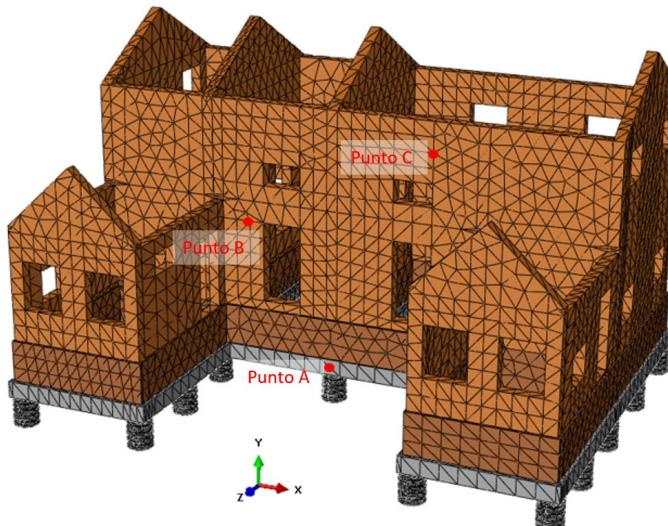
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

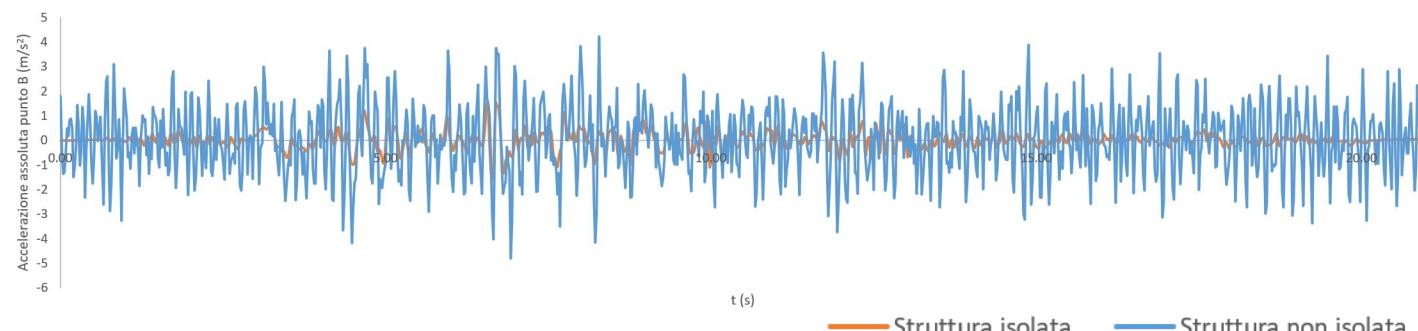
- Simulazione su edificio esistente



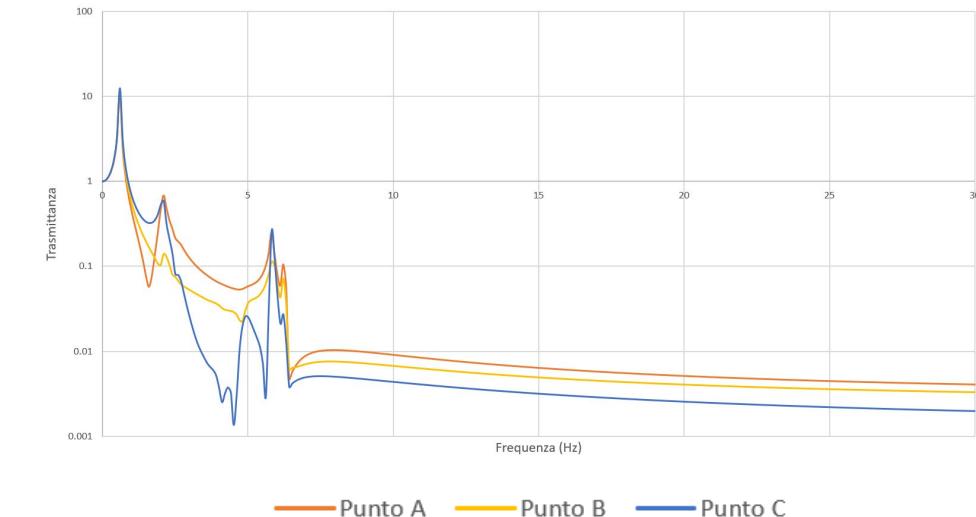
Frantoio Nesci



Modello ABAQUS

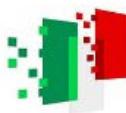


Trasmittanza struttura.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



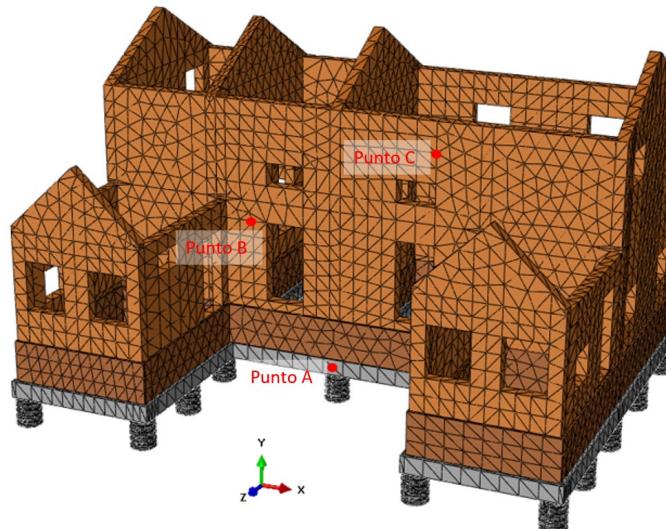
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

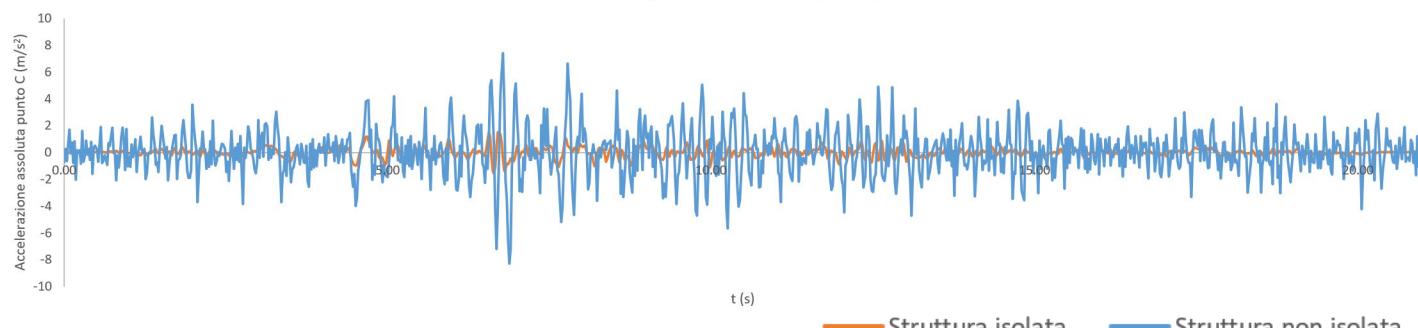
- Simulazione su edificio esistente



Frantoio Nesci



Modello ABAQUS



Accelerogramma Tabas, Iran (1978)

Trasmittanza struttura.

— Punto A — Punto B — Punto C

— Struttura isolata — Struttura non isolata



Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

SEZIONE 2 – AREA DELLE INFORMAZIONI							SEZIONE 2
Area delle Informazioni (Sicurezza strutturale, ambientale e climate change)							Area dei contenuti (Misure e interventi)
Codice	Applicazione (Caso di studio / Tipo di rischio)	Tipo di informazione	Descrizione breve	Formato file	Interazione / Visualizzazione	Interoperabilità	
A1.1	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Testi descrittivi	Design e realizzazione di prototipo di fondazione multi-strato localmente risonante	Markdown (.md) / HTML (.html) / PDF/A	Pagina web suddivisa in capitoli espandibili; anchor link e tooltip per note esplicative	Link ipertestuali a servizi esterni	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni - .pdf, .jpg, .png
A1.2	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Dati numerici	Indicatori di prestazione e metriche (es. modelli, simulazioni), sotto forma di grafici e tavole	CSV / XLSX / PDF	Tabelle interattive e grafici filtrati per tipologia di dati rappresentati	Connessione a database relazionale (es. PostgreSQL/PostGIS)	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.3	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Grafici e infografiche	Grafici e mappe semplificate (es. mappe di sforzo, mappe di deformazione)	SVG (vettoriale) / PDF/ PNG / JPEG	Embed SVG responsivo (zoom/hover tooltip), slideshow di immagini, filtri per tipologia di diagramma		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.4	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Immagini fotografiche	Disegni tecnici di prototipo di fondazione multi-strato localmente risonante	JPEG/PNG (min 300 dpi)	Galleria cliccabile con lightbox		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A2.1	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Riferimenti bibliografici	Elenco completo di studi, articoli e report utilizzati: titolo, autori, anno, DOI, abstract sintetico.	BibTeX (.bib) / RIS	Lista ordinabile per autore/anno, esportazione in EndNote/RefWorks, pop-up con abstract e link diretto al PDF originale	Linked Data (schema.org), DOI resolver, SPARQL endpoint per query semantiche sulle fonti	
A2.2	Analisi sperimentale di edificio in muratura con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Link e risorse esterne	URL a dataset, portali istituzionali e repository (es. IPCC, Climate Data Store, OpenStreetMap).	CSV (link list) / JSON (link objects)	Elenco cliccabile con anteprima (favicon + breve descrizione), badge di accessibilità API	API RESTful, autenticazione OAuth2 se necessaria, descrizione Swagger/OpenAPI per ciascun endpoint	



Azione 7: Isolamento alla base con fondazione multi-strato localmente risonante

SEZIONE 2 – AREA DELLE INFORMAZIONI							SEZIONE 2
Area delle Informazioni (Sicurezza strutturale, ambientale e climate change)							Area dei contenuti (Misure e interventi)
Codice	Applicazione (Caso di studio / Tipo di rischio)	Tipo di informazione	Descrizione breve	Formato file	Interazione / Visualizzazione	Interoperabilità	
A1.1	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Testi descrittivi	Introduzione su rischio sismico e sistemi di isolamento sismico Design di fondazione multi-strato localmente risonante	Markdown (.md) / HTML (.html) / PDF/A	Pagina web suddivisa in capitoli espandibili; anchor link e tooltip per note esplicative	Link ipertestuali a servizi esterni	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni - .pdf, .jpg, .png
A1.2	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Dati numerici	Indicatori di prestazione e metriche (es. modelli, simulazioni), sotto forma di grafici e tabelle	CSV / XLSX / PDF	Tabelle interattive e grafici filtrati per tipologia di dati rappresentati	Connessione a database relazionale (es. PostgreSQL/PostGIS)	Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.3	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Grafici e infografiche	Grafici e mappe semplificate (es. mappe di sforzo, mappe di deformazione)	SVG (vettoriale) / PDF/ PNG / JPEG	Embed SVG responsivo (zoom/hover tooltip), slideshow di immagini, filtri per tipologia di diagramma		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A1.4	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Immagini fotografiche	Documentazione fotografica stato attuale	JPEG/PNG (min 300 dpi)	Galleria cliccabile con lightbox		Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg, .png
A2.1	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Riferimenti bibliografici	Elenco completo di studi, articoli e report utilizzati: titolo, autori, anno, DOI, abstract sintetico.	BibTeX (.bib) / RIS	Lista ordinabile per autore/anno, esportazione in EndNote/RefWorks, pop-up con abstract e link diretto al PDF originale	Linked Data (schema.org), DOI resolver, SPARQL endpoint per query semantiche sulle fonti	
A2.2	Palazzo Mesiani con fondazione multi-strato localmente risonante / Rischio sismico del patrimonio storico-monumentale	Link e risorse esterne	URL a dataset, portali istituzionali e repository (es. IPCC, Climate Data Store, OpenStreetMap).	CSV (link list) / JSON (link objects)	Elenco cliccabile con anteprima (favicon + breve descrizione), badge di accessibilità API	API RESTful, autenticazione OAuth2 se necessaria, descrizione Swagger/OpenAPI per ciascun endpoint	



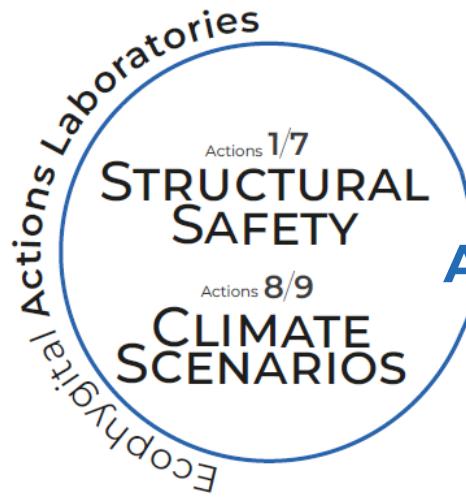
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Action 8/9

Atlas of predictive models and adaptive technologies on climate scenarios and reliability (technological and material) of the artifacts of historical heritage buildings, with studies and elaborations of advanced parametric design (resources -data-information)

Responsible: Prof. C.Nava, **Prof. F.Giglio**



Elaborazione di un indice di danno (Damage index) per la misurazione della vulnerabilità climatica dell'entità materiale del Cultural Heritage

Il Damage index è funzione di tre macrofattori:

- Fmat Proprietà dei materiali (di edifici e strutture)
- Fenv Condizioni ambientali
- Fext Driver esterni

$$\text{Damage Index} = f(\text{Fenv}; \text{Fmat}; \text{Fext})$$

Il calcolo del Damage Index integra condizioni ambientali (Fenv), risultati sperimentali sulle proprietà dei materiali (Fmat) e Driver esterni (Fext).

L'Indice di Danno è calcolato attraverso la **normalizzazione dei dati sperimentali e la loro ponderazione mediante AHP** (Analytic Hierarchy Process), con un punteggio su scala 0-3 (rischio basso-alto).



Il valore di 0,67 del Damage Index per Bova potrebbe aumentare nei prossimi decenni a causa di:

- **Aumento delle temperature estive:** microfessure nei materiali
- **Riduzione delle piogge e aumento dell'umidità relativa:** stress idrico nei materiali porosi
- **Eventi estremi più frequenti** (ondate di calore, piogge intense, venti forti): accelerazione del degrado strutturale

CLIMATE VULNERABILITY INDEX		
CODE	Damage Index = f(Environmental conditions, Material properties, External drivers)	
	Indicators	Ranking criteria
Fenv	Environmental conditions	
I1	Extreme temperatures, heat waves, and droughts	the frequency and intensity of thermal extremes and heat waves (and precipitation) are expected to be affected by the increase in global surface temperature, resulting in an increased likelihood of storms or heavy rains
I2	Extreme rainfall, storms and floods	represent a serious multi-level threat with direct and indirect impacts, periodic reappearance, and complicated socio-economic impacts [21]. Possible overloads of structures represent the risks of extreme precipitation, the accumulation of pollutants, penetration into the urban fabric, the crystallization
I3	Severe wind	the surfaces of the built CH undergo erosive/abrasive effects because the wind is often accompanied by rain, salt, and sand. A further effect is the chemical changes due to moisture penetrating the porous surfaces
I4	Sea level rise and wave action	landscapes and buildings may be subject to erosion caused by prolonged contact with water, along with salt intrusion and physical and mechanical impacts from waves. Therefore, CH sites located in coastal areas are at risk of this phenomenon and subsequent coastal flooding, with the possibility of interacting with other events, such as storms
Fmat	Material properties	
I5	Deterioration of surface	Monitoring the relative intensity of diffraction of principal phase /composition/ porosity
I6	Efflorescence index	Intensity of crystallized salt
I7	Carbonation index	Identification of carbonation product
I8	Corrosion index	Determination of corrosion product
Fext	External drivers	
I9	Geological-Related Hazards	Earthquakes, landslides, volcanic eruption
I10	Biological-Related Hazard	Specific metabolic activity related to living organisms (warm or humid climates)
I11	Human-Induced Hazards	Excessive land use due to urban growth and pollution

Tabella Excel per fattori ambientali, materiali ed esterni, indicatori e criteri di classificazione

Damage INDEX		0,67	SCORE	
-	Low		0-0,6	Very low
-			0,6-1,2	Low
-			1,2-1,8	Medium
-			1,8-2,4	High
-			2,4-3	Very high

Elaborazione Damage index sulla base del foglio di calcolo predisposto



Fenv : Metodologia di calcolo

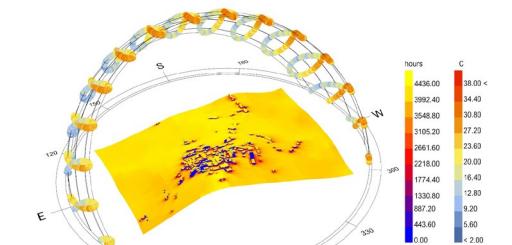
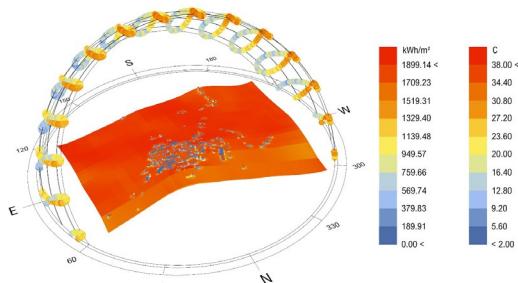
- Identificazione degli indicatori macro-ambientali: temperature estreme, piogge intense, venti forti, innalzamento del livello del mare.
- Raccolta dati climatici da strumenti avanzati (es. *Rhinoceros*, *Grasshopper*, *Ladybug*) e fonti ufficiali (*ARPACAL*).
- Analisi sperimentale e normalizzazione dei dati su scala 0–3 (basso–alto rischio).
- Confronto con dati esterni e letteratura per la validazione.

Indicatori chiave:

- Radiazione solare (max 1899 kWh/m² → **rischio alto: 2,3**)
- Esposizione solare annua
- Temperature >30°C per 5 mesi → **rischio medio: 1,8**
- Umidità >60% per 70% dell'anno → **rischio alto: 2,2**
- Piogge intense e alluvioni (frequenza annuale, rischio basso, 0,6).
- Venti forti (velocità e direzione prevalente, **rischio alto: 2,3**)



L'elevata esposizione al sole, l'aumento delle temperature e l'umidità persistente contribuiscono al degrado.



mesi	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	19.4	76.9	-	158.3	60.3	45.2	0.9	39.2	20	52.1	48.70
2	105.1	156.7	14.4	50.7	72.7	41.4	11.8	18.6	12	92	28.00
3	35.4	119.2	106.8	40	69.2	39	86.6	65.5	40	27.5	9.80
4	24.8	4.1	4.8	21.7	-	29	25.6	11.8	9.4	54.8	12.20
5	22.3	2.2	52.4	10.5	10.8	37.1	4.4	5	43.4	91.7	29.90
6	-	4.4	16.6	2.6	73.2	-	11.6	5.2	7.6	17.4	6.40
7	0.2	-	-	9.6	-	36.7	7	16.2	-	-	0.80
8	-	42.8	-	-	104.4	-	2.4	1	56.8	0.4	3.20
9	37.4	151.9	153.4	55.9	12.8	23.4	42.2	76.8	19	18.4	18.30
10	52.7	147.8	50.3	8	273.2	61.5	72.3	265	51.9	2.8	91.10
11	132.7	218.1	172	74.7	76.9	180.1	57.4	176.6	102.1	72.3	-
12	38.2	21.4	55	15.2	67.4	-	80	36.2	33.3	5.8	41.20
TOT	468.2	945.5	625.7	447.2	820.9	493.4	402.2	717.1	395.5	435.2	289.60

Dati pluviometrici di Bova degli ultimi dieci anni (2014-2024) rispetto al 2024, espressi in mm di pioggia.

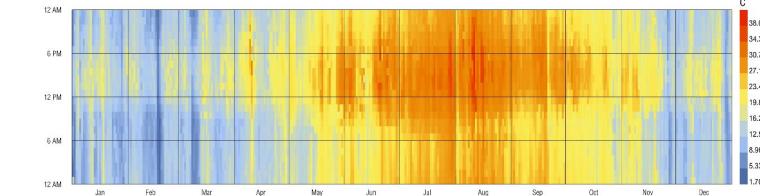


Grafico della temperatura di bulbo secco per il cluster urbano di Bova: l'asse delle ascisse rappresenta i mesi dell'anno e l'asse delle ordinate le ore, con ogni giorno dell'anno suddiviso e colorato in base ai livelli di temperatura.

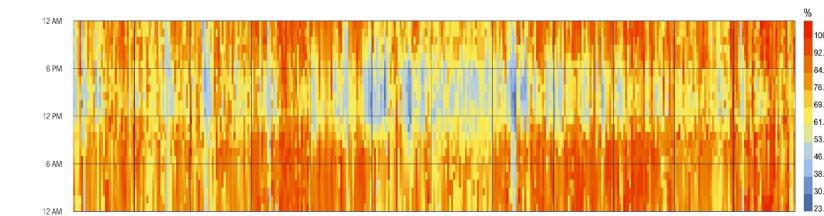
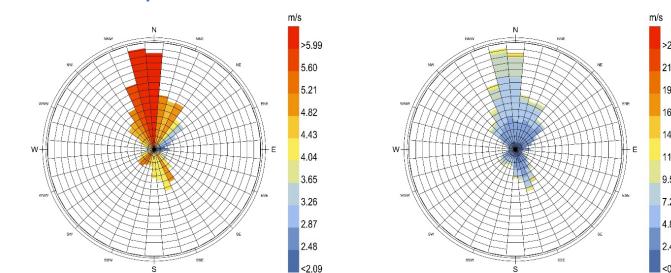


Grafico dell'umidità relativa del cluster urbano di Bova: l'asse x rappresenta i mesi dell'anno, l'asse y le ore, con la suddivisione giornaliera e i corrispondenti valori di umidità codificati a colori.



DECRENTO
PERCENTUALE
RISPETTO AI
PRECEDENTI DIECI
49.64% ANNI



Analisi della Rosa dei Venti per il territorio di Bova, che mostra le direzioni e le intensità annuali dei venti prevalenti. A sinistra: intensità medie annuali per direzione; a destra: intensità massime registrate.

Elaborazione dati arch. Ph.D's F. Armocida



Fext : Metodologia di calcolo

1. Consultazione di fonti scientifiche per definire indicatori trasferibili e adattabili
2. Normalizzazione dei dati su scala 0–3.

Indicatori e punteggi normalizzati

Rischi Geologici

- Frequenza sismica → **Zona 1, ag > 0.25 → Rischio molto alto (3)**
- Frane attive e quiescenti (PAI) → **Rischio alto (2.4)**
- Attività vulcanica → **Assente → Rischio molto basso (0)**

Rischi Biologici

- Muffe / microrganismi → **Non rilevati → Rischio molto basso (0)**

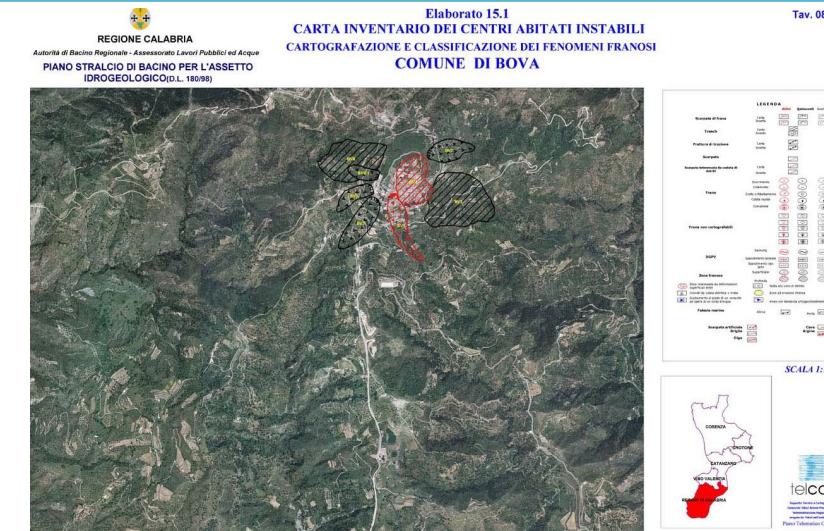
Rischi Antropici

- Uso eccessivo del suolo → **Edificato moderato → Rischio medio (1.5)**

- Crescita urbana → **Assente → Rischio molto basso (0)**
- Zootecnia e concimi → **Assenti → Rischio molto basso (0)**
- Inquinamento industriale (Locri) → **Sotto limiti legali → Rischio molto basso (0)**
- Gestione rifiuti urbani → **Sistema moderno → Rischio basso (1.1)**



L'elevato rischio sismico e l'erosione del suolo aggravano la vulnerabilità strutturale.



Mappa di inventario dei centri abitati instabili, estratto PAI, Comune di Bova (Fonte: Regione Calabria, Piano di Assetto Idrogeologico, D.L. 190/98)

SCALA DI URBAN GROWTH				
	Stato	Tasso di crescita popolazione	Superficie edificata	Esempi
1	Crescita Urbana Non Presente (Nessuna Crescita) Crescita Urbana Limitata (Crescita Minima)	0% o molto basso	Nessun aumento significativo nell'ultimo decennio	Centri storici protetti da vincoli urbanistici rigidi
2	Crescita Urbana Moderata (Crescita Moderata)	Basso, <1% annuo	Incrementi contenuti (<5% in dieci anni)	Piccoli borghi rurali, aree periurbane, quartieri consolidati in città storiche
3	Crescita Urbana Significativa (Crescita Alta) Crescita Urbana Explosiva (Crescita Rapida e Non Controllata)	Moderato, 1-2% annuo	Aumento significativo ma gestito (5-15% in dieci anni)	Zone suburbane in espansione controllata, città di medie dimensioni in crescita sostenibile, Quartieri residenziali di nuova costruzione
4	Crescita Urbana Significativa (Crescita Alta) Crescita Urbana Explosiva (Crescita Rapida e Non Controllata)	Elevato, >2% annuo	Crescita rapida (>15% in dieci anni)	Città metropolitane con forte sviluppo edilizio, zone di espansione economica e industriale
5		Molto elevato, >3% annuo	Expansione massiccia (>20% in dieci anni)	Megalopoli in espansione veloce

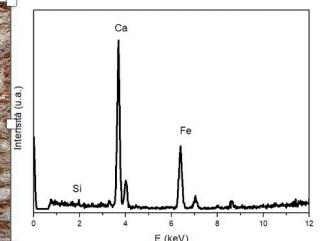
Fonti: EEA, 2019; ISTAT 2021; Munafò, 2023

Scala di crescita urbana (Fonte: Agenzia Europea dell'Ambiente, 2019; ISTAT, 2021; Munafò M., 2023)

Elaborazione dati arch. PhD's F. Armocida

Fmat : Metodologia di calcolo

1. Analisi sperimentali in situ: XRF per la composizione chimica; ImageJ per porosità ed erosione e in laboratorio SEM_EDX
2. Normalizzazione dei dati su scala 0–3 (basso–alto rischio).
3. Indagini termografiche (attività in progress per validare modelli climatici e materiali)



Applicazione della spettroscopia e analisi di campionamento

Fmat Material properties		SCORE										
		0	0.3	0.6	1	1.2	1.5	1.8	2	2.4	2.7	3
		very low	low	medium	high							
I5	Deterioration of surface										I5	0
	Surface composition											
	n° of compounds	0-1	1-3	3-5	5-8	>8						
							2.4					
	Surface erosion											
	% Erosion, pore depth	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0.2										
	Degree of surface porosity											
	% porosity	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0.3										
	XRD evaluation of crystallinity/loss											
	% of crystallinity	100-95	95-90	90-80	80-60	<60						
		1										
I6	Efflorescence index										I6	0.1
	Extension of efflorescence on surface											
	% Coverage	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0.1										
	XRF evaluation											
	Peak area ratio	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1						
		0.2										
	Salts deposition											
	Quantification (wt%)	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0										
I7	Carbonation index										I7	1.5
	Carbonation test											
	% area of extension	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		1.5										
I8	Corrosion index										I8	0.0
	Presence of metallic supports											
	% Metallic supports	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0										
	Corrosion evaluation											
	% Corrosion	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%						
		0										

Analisi degli indicatori e dei sotto-indicatori con relativo punteggio

Fmat **0.6**

Campioni rappresentativi della struttura e corrispondenti spettri XRF mediati

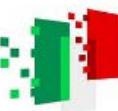


Attività in progress su indagini termografiche su Palazzo Mesiani

Materiali rilevati (visivamente e con XRF): pietra locale (calcarenite, arenaria), laterizi in argilla locale, malte calcaree e cemento nelle aree di restauro. Materiali vulnerabili (pietre calcaree e malte storiche) mostrano erosione superficiale e alterazioni chimiche e fisiche.



Elaborazione dati sperimentali prof. P. Frontera con Ing. RtdB A. Malara. Elaborazioni indagini termografiche arch. PhD's F. Armocida



RISCHIO

**FORMATO
DATI**

DESCRIZIONE DATI

**Correlation
Framework**

< ... > (.jpg,.csv) < ... >

- Categorizzazione dei fattori climatici, degli effetti attesi (hazard) e degli impatti dei cambiamenti climatici su edifici e strutture del patrimonio culturale (Fig.1);
- Quadro di correlazione tra i meccanismi di impatto fisici e biologici di natura climatica, gli effetti attesi sul patrimonio culturale e gli impatti comunitari (Tab.1).

VISUALIZZAZIONE "USER PROFILE"

Citizen: Informazioni di base (Fig.1) sui pericoli e sugli impatti dei cambiamenti climatici sul patrimonio

Public, Practitioner, Company: Informazioni estese (Fig.1; Tab.1) su: Meccanismo di impatto, Esempi, Comunità.

**Indici di
impatto per la
vulnerabilità
climatica del
patrimonio
culturale**

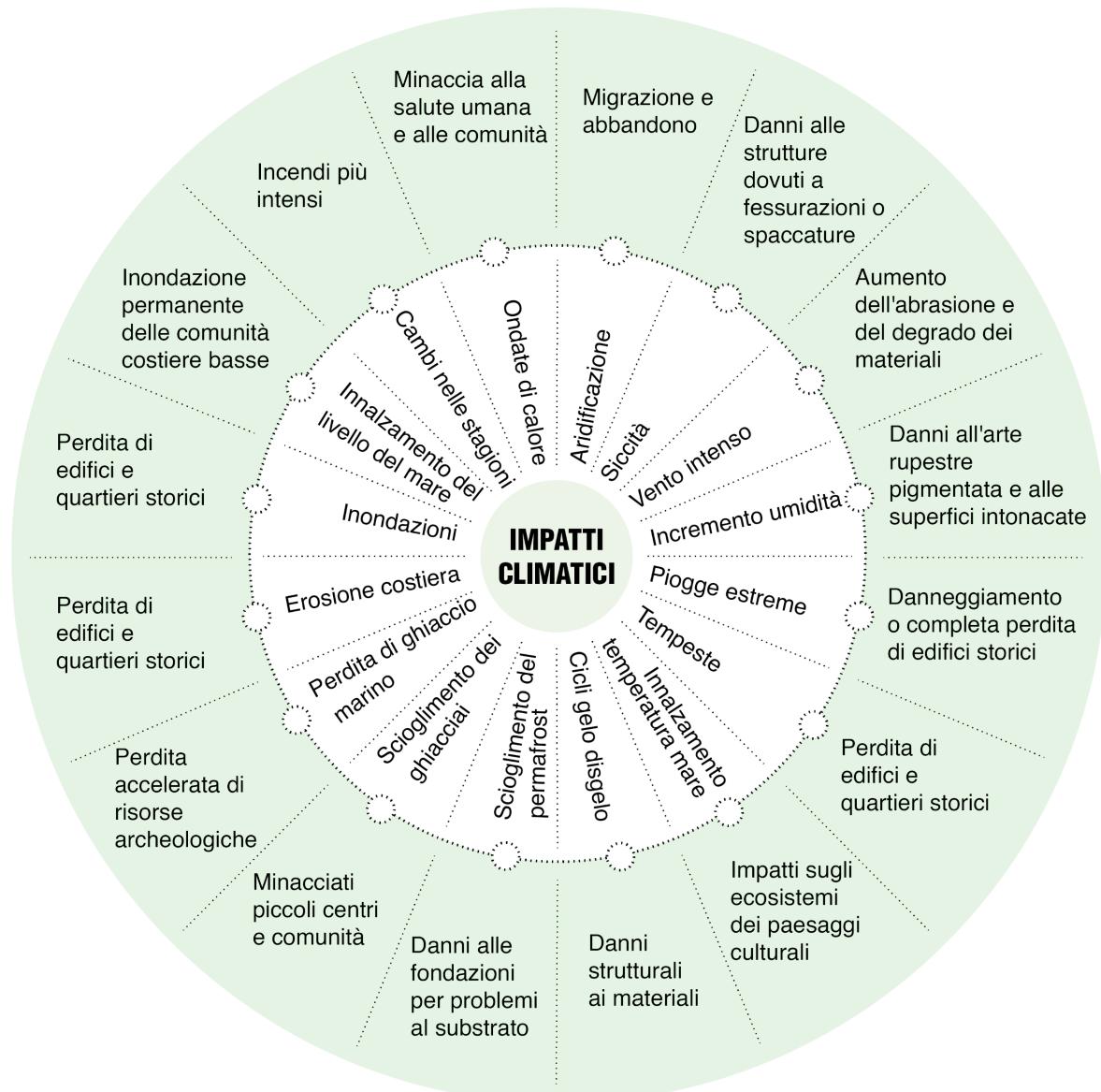
< ... > (.txt, .csv) < ... >

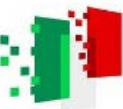
- Indici di impatto funzionale per misurare la vulnerabilità climatica degli edifici e delle strutture del patrimonio culturale (Tab. 2);
- Benchmark per misurare la vulnerabilità climatica degli edifici e delle strutture del patrimonio culturale. (Tab. 3).

VISUALIZZAZIONE "USER PROFILE"

Citizen: Informazioni di base (Tab.2) su: impatto climatici e indici di impatto funzionale

Public, Practitioner, Company: Informazioni estese (Tab.2; Tab.3) su indici di impatto funzionale e parametri di misurazione della vulnerabilità climatica del patrimonio culturale





M2
(D.7.2.4)

RISCHIO	FORMATO DATI	DESCRIZIONE DATI																																					
M2 (D.7.2.4)	Metodologia del Damage Index per la valutazione dei fattori ambientali, materici ed esterni (F_{env}, F_{mat}, F_{ext}).	<p>Un indice che valuta la vulnerabilità dei materiali del patrimonio culturale ai cambiamenti climatici, considerando tre componenti principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condizioni ambientali (F_{env}) 2. Proprietà materiche (F_{mat}) 3. Fattori esterni (F_{ext}) 																																					
	< - > (.txt, .jpg .csv) < - >																																						
		<p>F_{env}</p> <p>F_{mat}</p> <p>F_{ext}</p>																																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>INDICATORI F_{env}</th> <th>ANALISI CLIMATICHE</th> <th>TOOLS</th> <th>DATI OUTPUT</th> <th>RISULTATI ANALISI</th> <th>DATI ESTERNI E DI CONFRONTO</th> <th>RANGE DAMAGE INDEX SCORE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extreme temperatures, heat waves, and droughts <small>Indicators</small> Sun exposition (intensity)</td> <td></td> <td>Radiation Analysis</td> <td>Rhino+Grasshopper</td> <td>Valori di Radiazione per Punto: Output numerici per l'irradiazione totale ricevuta da ogni punto della superficie durante il periodo analizzato.</td> <td>Basso rischio (0 - 570 kWh/m²) Rischio moderato (570 - 1140 kWh/m²) Rischio elevato (1140 - 1700 kWh/m²) Rischio molto elevato (oltre 1700 kWh/m²)</td> <td><i>I dati della radiazione annuale ottenuti sono stati trasposti in una Scala di rischio per la Radiazione Solare suddivisa in un range di quattro fasce di rischio ed è stato successivamente valutato in quale range ricadono la maggior parte delle superfici esterne analizzate</i></td> <td>0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2 2.4 2.7 3 very low low medium high very high</td> </tr> <tr> <td>Months of sun exposition per year</td> <td>Sun hour analysis</td> <td>Rhino+Grasshopper</td> <td>Ore di sole su ogni punto della superficie: misura per quanto tempo una data area è illuminata</td> <td>4436h/anno= 6,7 mesi/anno</td> <td><i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i></td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>High temperature (frequency per year) >30°C</td> <td></td> <td>Sunpath + Dry bulb temperature</td> <td>Rhino+Grasshopper</td> <td>Valutazione delle Condizioni Climatiche: prevedere quando la temperatura a bulbo secco raggiungerà picchi elevati, come nel caso di temperature superiori a 30 °C, per analizzare il comfort termico.</td> <td>5 mesi/anno (giugno-settembre)</td> <td><i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,3</td> </tr> </tbody> </table>	INDICATORI F_{env}	ANALISI CLIMATICHE	TOOLS	DATI OUTPUT	RISULTATI ANALISI	DATI ESTERNI E DI CONFRONTO	RANGE DAMAGE INDEX SCORE	Extreme temperatures, heat waves, and droughts <small>Indicators</small> Sun exposition (intensity)		Radiation Analysis	Rhino+Grasshopper	Valori di Radiazione per Punto : Output numerici per l'irradiazione totale ricevuta da ogni punto della superficie durante il periodo analizzato.	Basso rischio (0 - 570 kWh/m ²) Rischio moderato (570 - 1140 kWh/m ²) Rischio elevato (1140 - 1700 kWh/m²) Rischio molto elevato (oltre 1700 kWh/m ²)	<i>I dati della radiazione annuale ottenuti sono stati trasposti in una Scala di rischio per la Radiazione Solare suddivisa in un range di quattro fasce di rischio ed è stato successivamente valutato in quale range ricadono la maggior parte delle superfici esterne analizzate</i>	0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2 2.4 2.7 3 very low low medium high very high	Months of sun exposition per year	Sun hour analysis	Rhino+Grasshopper	Ore di sole su ogni punto della superficie: misura per quanto tempo una data area è illuminata	4436h/anno= 6,7 mesi/anno	<i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i>	2,3	High temperature (frequency per year) >30°C		Sunpath + Dry bulb temperature	Rhino+Grasshopper	Valutazione delle Condizioni Climatiche: prevedere quando la temperatura a bulbo secco raggiungerà picchi elevati, come nel caso di temperature superiori a 30 °C, per analizzare il comfort termico.	5 mesi/anno (giugno-settembre)	<i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i>	2							1,3
INDICATORI F_{env}	ANALISI CLIMATICHE	TOOLS	DATI OUTPUT	RISULTATI ANALISI	DATI ESTERNI E DI CONFRONTO	RANGE DAMAGE INDEX SCORE																																	
Extreme temperatures, heat waves, and droughts <small>Indicators</small> Sun exposition (intensity)		Radiation Analysis	Rhino+Grasshopper	Valori di Radiazione per Punto : Output numerici per l'irradiazione totale ricevuta da ogni punto della superficie durante il periodo analizzato.	Basso rischio (0 - 570 kWh/m ²) Rischio moderato (570 - 1140 kWh/m ²) Rischio elevato (1140 - 1700 kWh/m²) Rischio molto elevato (oltre 1700 kWh/m ²)	<i>I dati della radiazione annuale ottenuti sono stati trasposti in una Scala di rischio per la Radiazione Solare suddivisa in un range di quattro fasce di rischio ed è stato successivamente valutato in quale range ricadono la maggior parte delle superfici esterne analizzate</i>	0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2 2.4 2.7 3 very low low medium high very high																																
Months of sun exposition per year	Sun hour analysis	Rhino+Grasshopper	Ore di sole su ogni punto della superficie: misura per quanto tempo una data area è illuminata	4436h/anno= 6,7 mesi/anno	<i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i>	2,3																																	
High temperature (frequency per year) >30°C		Sunpath + Dry bulb temperature	Rhino+Grasshopper	Valutazione delle Condizioni Climatiche: prevedere quando la temperatura a bulbo secco raggiungerà picchi elevati, come nel caso di temperature superiori a 30 °C, per analizzare il comfort termico.	5 mesi/anno (giugno-settembre)	<i>Dato relazionato alla totalità dei mesi per un anno</i>	2																																
						1,3																																	

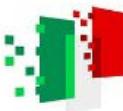
● **VISUALIZZAZIONE "USER PROFILE"**

Citizen: Informazioni di base (Tab.6) sugli indicatori e sotto-indicatori e identificazione del punteggio del Damage Index (Tab.5)

Public, Practitioner, Company: Informazioni estese (Fig.2; Tab.5) sui criteri di misurazione, metodologie, analisi sperimentali, dati esterni (Tab.6) (Tab.7) (Risultati dei dati e rilievo fotografico).



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Action 9

Atlas of predictive models and adaptive technologies on climate scenarios and reliability (technological and material) of the artifacts of historical heritage buildings, with studies and elaborations of advanced parametric design (resources -data-information)

Responsible: **Prof. C.Nava**

Activity 2 D7.2.4, Activity 3 D7.2.5



Overview of the methodological framework underpinning this research, structured into two interrelated phases: the **Analytical Phase** (using Advanced Predictive Digital Design tools) and the **Experimental Phase** (exploring digital and physical prototyping). This dual structure enables a dynamic integration of theoretical insights and empirical validation to address **climate-related challenges** in the context of **urban regeneration**.

Act. 1

Transfer of Data to Open Platform. Data collected from simulations, including flow and erosion information, has been prepared for transfer to the open digital platform for wider use

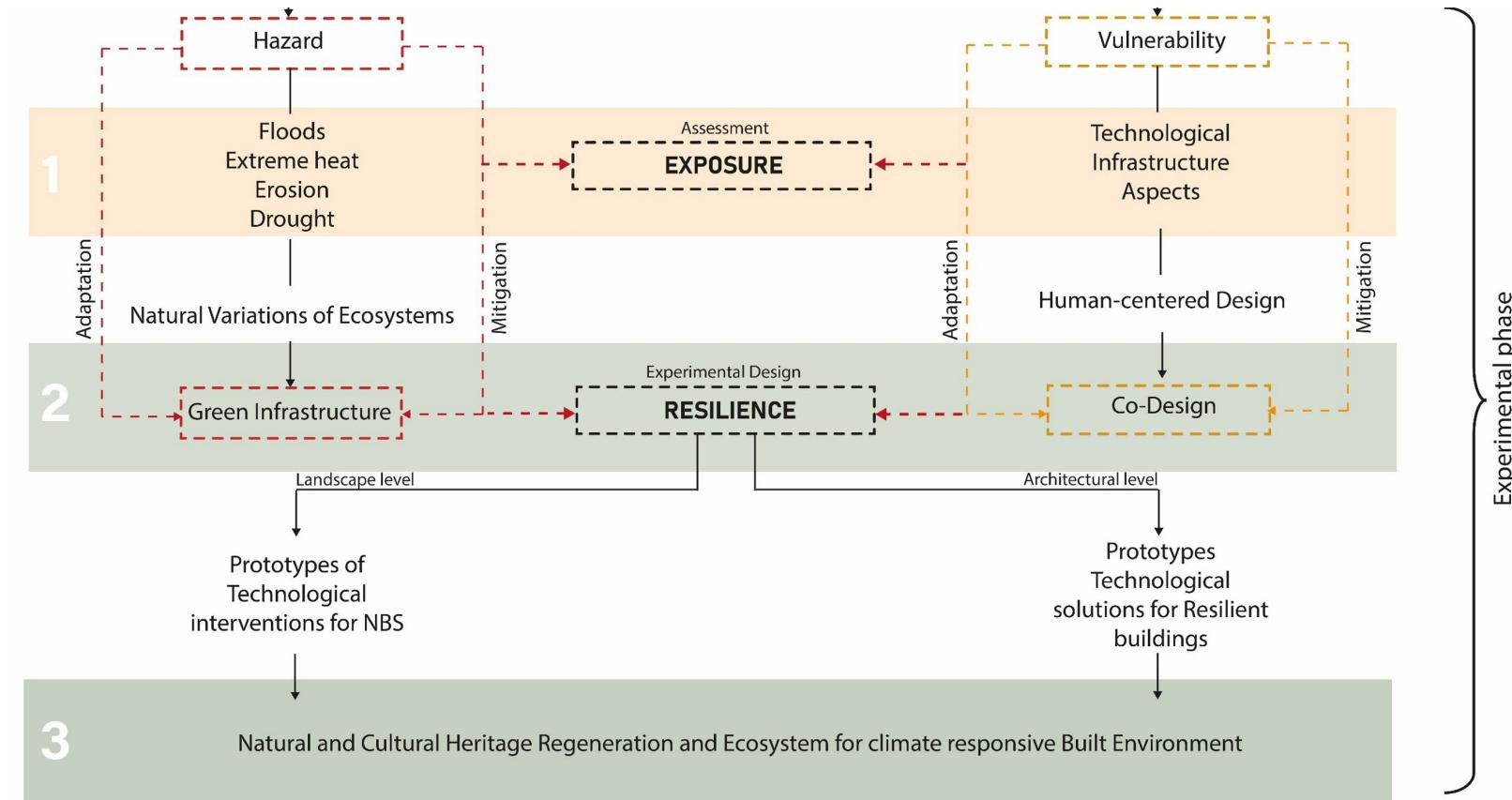
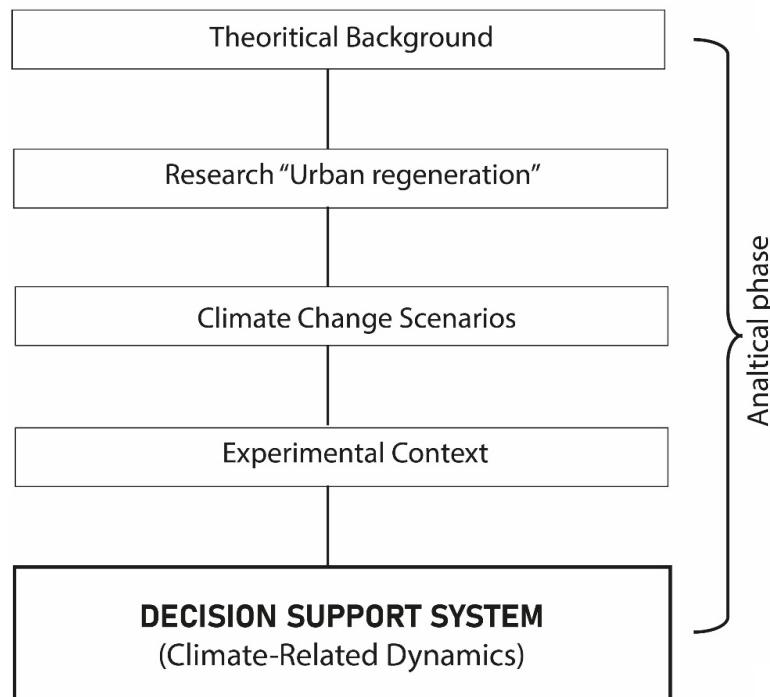
Act. 2

Data Collection and Simulation Setup: Climatic and environmental data for both Palizzi Marina and Bova, the two key case studies.

Act. 3

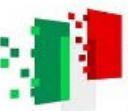
Prototype development: models and information

Workflow of the research study:





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

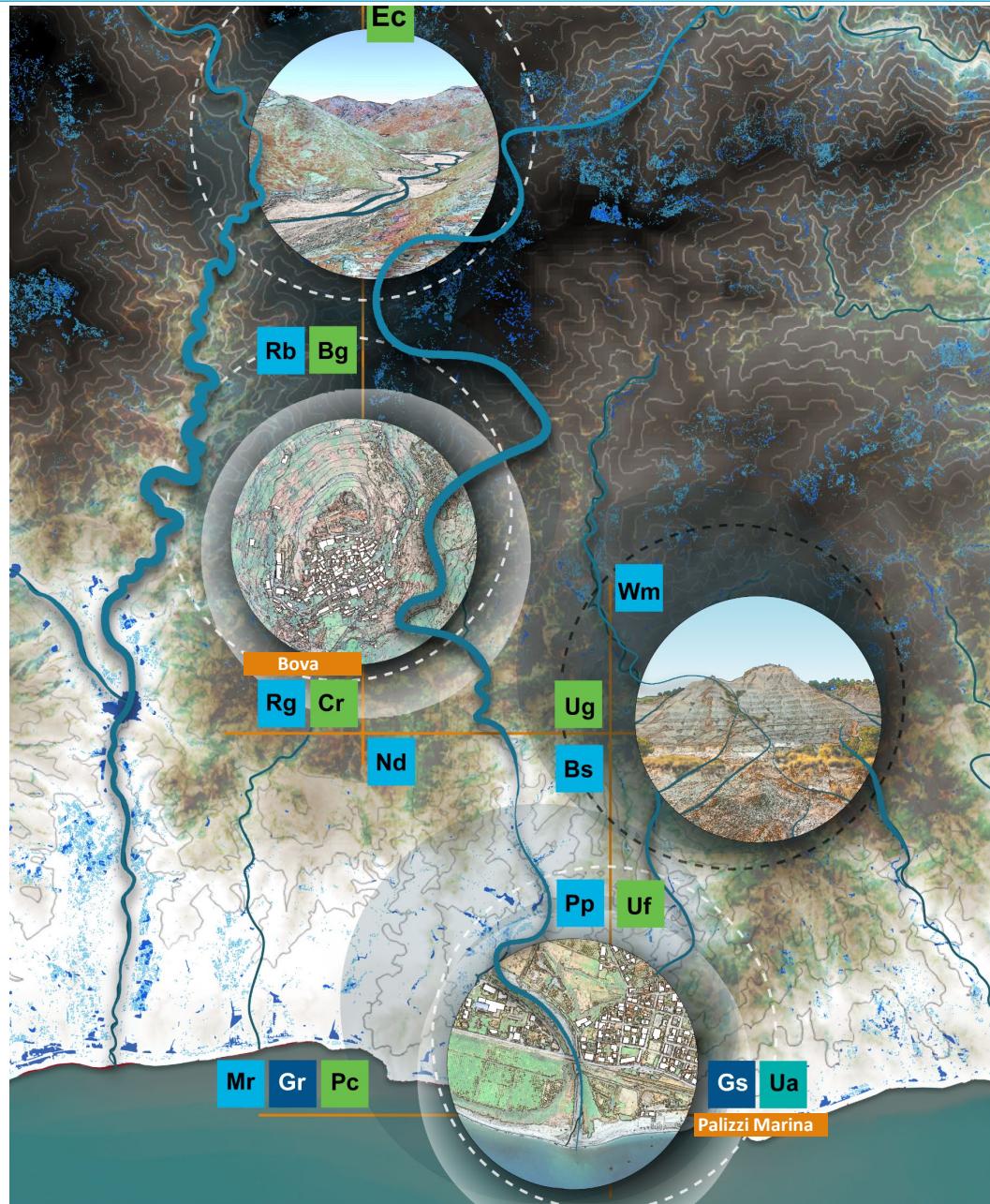
ENVI-MET

Rhinoceros

Grasshopper

QGIS

Scalgo Live™



REPRESENTATIVE MAP OF NATURAL ECOSYSTEM
FROM INLAND TO COASTAL SETTELEMENT,
FOLLOWING WATER RESOURCES AND WATER
ACCUMULATION MAP, WITH NBS STRATEGIES
IMPLEMENTATION.

PERIODIC TABLE OF NATURE-BASED SOLUTIONS
STRATEGIES.

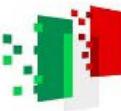
Ug Urban Green Spaces	Uf Urban Forests	Pp Permeable Pavements	Mr Mangrove & Wetland Restoration
Ec Eco-corridors & Wildlife	Cr Community Reforestation	Rg Rain Gardens	Nd Nature-Based Drainage
Pc Pocket Parks	Bg Biodiverse Greenways	Rb Riverside Buffers	Wm Watershed Management
Gr Green Roofs & Walls	Gs Green Streets	Ua Urban Agriculture	Bs Bioswales

COLOR
LEGEND

- Green & Public Spaces
- Built Environment Solutions
- Water & Coastal Resilience
- Productive Urban Landscapes

Source of the Periodic table: UN-Habitat

Map Elaboration: A.Hanida, ABITALab



Digital and physical models illustrating the effects of climate change on cultural and natural heritage in the coastal area.

Act. 1

Transfer of Data to Open Platform. Data collected from simulations, including flow and erosion information, has been prepared for transfer to the open digital platform for wider use

Digital and Physical Modeling: Detailed terrain models for Palizzi Marina were developed. These models were used for visualizing environmental phenomena like sun studies, radiation, wind pressure, runoff etc.

Type of risk : **Climate change impacts; failure to anticipate the severity of environmental changes.**

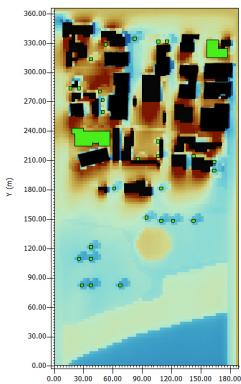


Figure 1: New Simulation
13.59.99 15.05.2030
x/y Cut at k=1 (z=0.000 m)

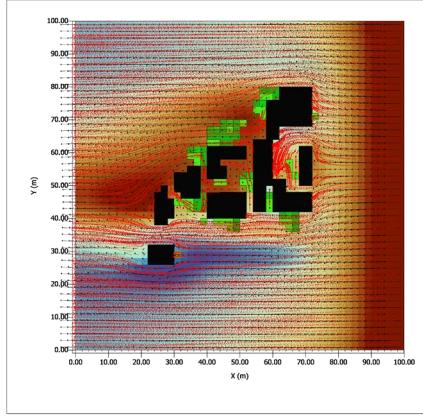
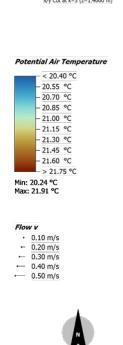
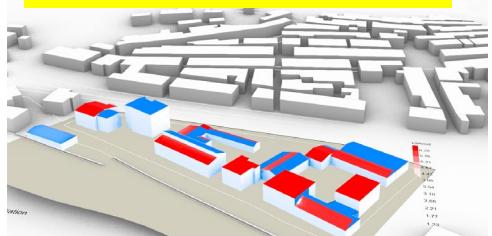


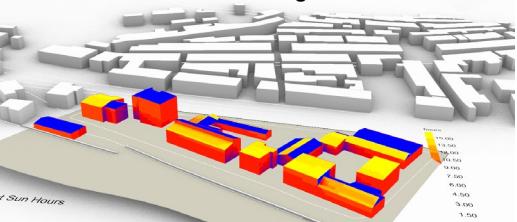
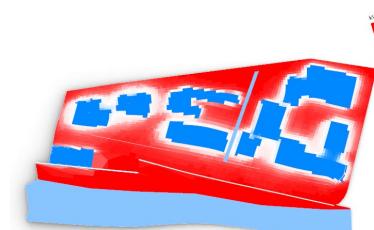
Figure 2: Palizzi 23.00.01
18.01.2025
x/y Cut at k=1 (z=0.000 m)



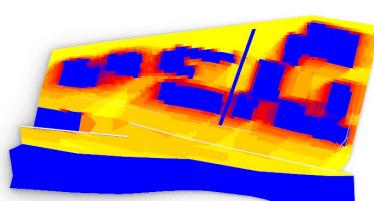
DIGITAL PROTOTYPING



Incident Radiation on buildings and on terrain - Rhino and Grasshopper tool



Direct sun hours on buildings and on terrain - Rhino and Grasshopper tool



Act. 2

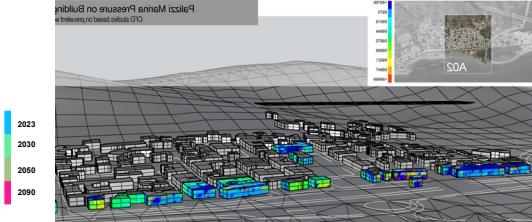
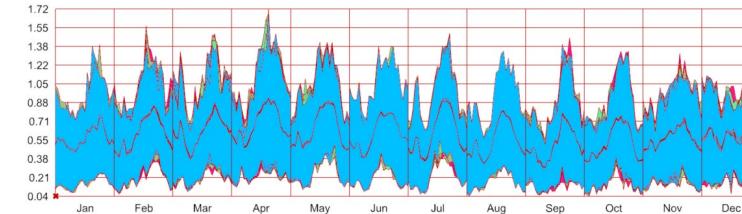
Data Collection and Simulation Setup: Climatic and environmental data for Bova and Palizzi Marina,

Development of Simulation Models: Predictive models using **advanced computational tools** were used for **digital prototypes** and **physical** models for future testing of the performance of innovative materials under these predictive scenarios have been developed.

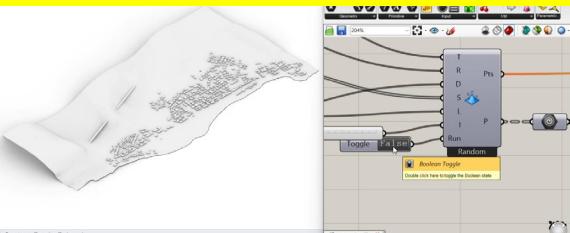
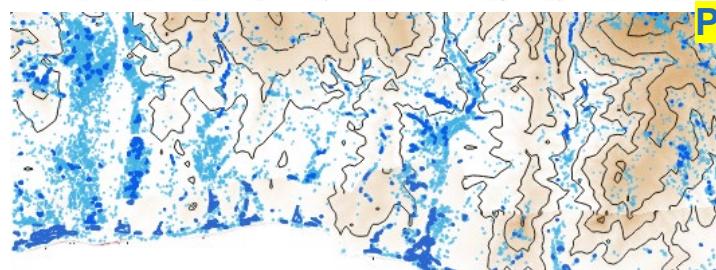
Act. 3

Prototype development: models and information data will need to be integrated into the Digital Atlas

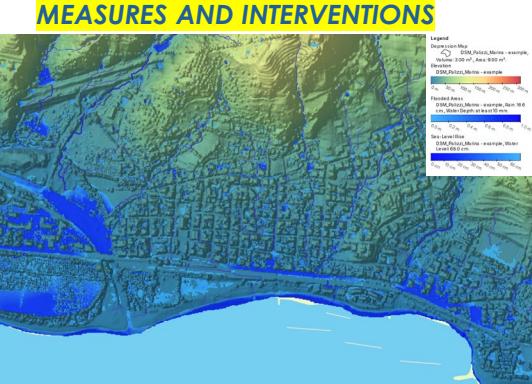
Wind speed Variation from 2023 to 2090



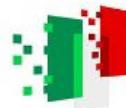
PARAMETRIC PREDICTIVE DESIGN



MEASURES AND INTERVENTIONS



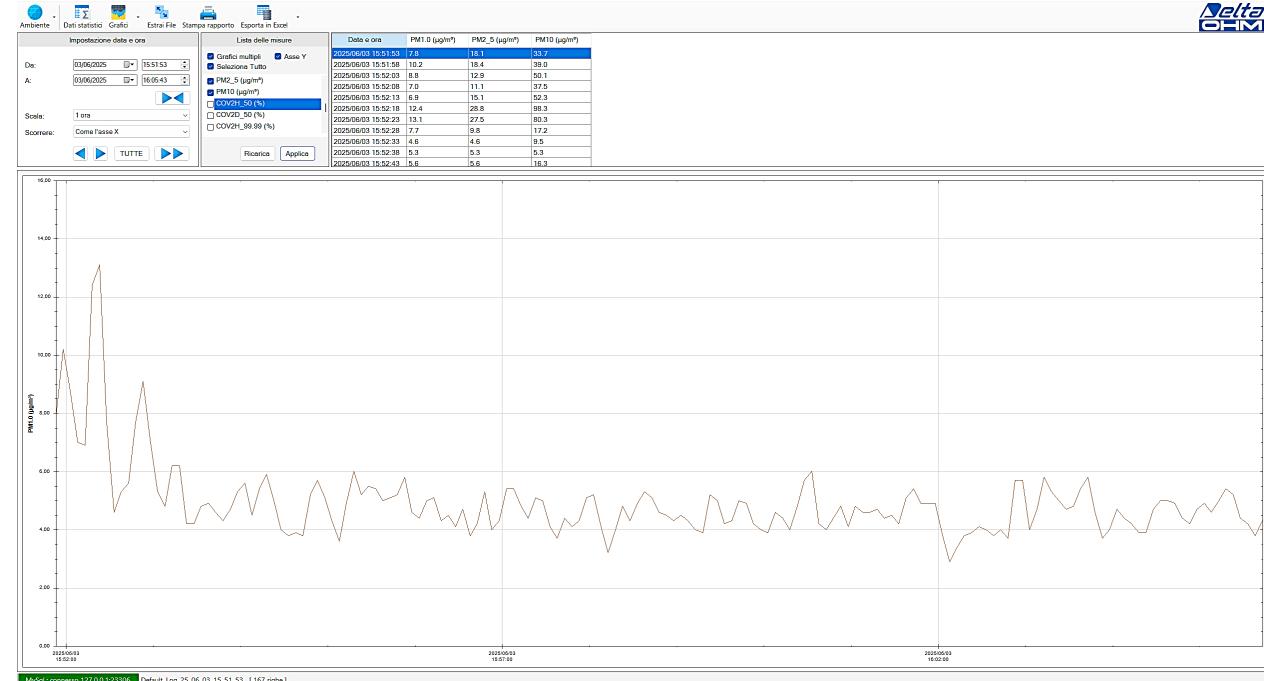
Determination of Vulnerable zones: Water Accumulation map and Sea Level Rise of 2080 in Palizzi Marina



Attività di monitoraggio ambientale in situ – Palizzi Marina e Bova | 3/06/2025

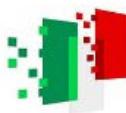
STAZIONE HD32.3TC CON SENSORE POLVERI PM1.0, PM2.5, PM10

- Stazione datalogger per la misura del particolato PM1.0, PM2.5, PM10
- Stazione HD32.3TCv
- Trasmettitore di Particolato PMsense-P – Trasmettitore di particolato PM1.0, PM2.5, PM10 da connettere alla porta RS485 dello strumento. Cavo 2 m con connettore M12 da entrambi i lati Tripodev
- VTRAP30 – Treppiede da fissare allo strumento altezza massima 280 mm





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



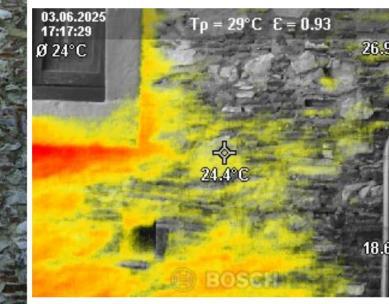
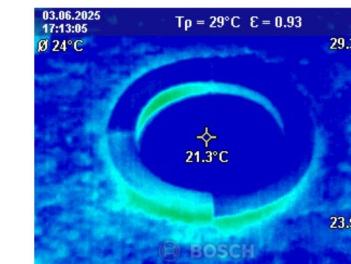
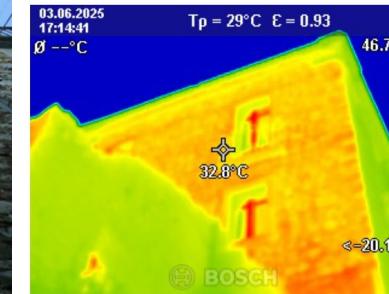
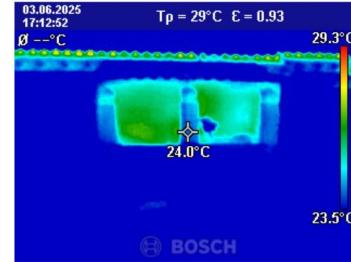
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Attività di analisi termiche su Palazzo Mesiani, Bova | 3/06/2025

Termocamera 12V con App (range -10°C/+400°C, risoluzione 320×240 px)





ECO-REEF

MODULO NBS Sperimentale

AZIONE 9- Enabling Technologies and Additive Manufacturing (3d printing) of prototypes of systems and components on testing cases (at settlement and building scale)

Gli Eco-Reef sono strutture artificiali di tipo **nature-based** progettate per imitare le funzioni ecologiche dei reef naturali. Realizzati in materiali inerti e modulabili, vengono immersi lungo la linea di costa per: **dissipare l'energia ondosa; stabilizzare i sedimenti; creare nuovi habitat per il ripristino della biodiversità**. Gli Eco-Reef funzionano sia da **barriere protettive per la costa** sia da **punti di ancoraggio per la biodiversità**, promuovendo la rigenerazione degli ecosistemi marini e l'integrazione con l'ambiente sottomarino. Questa sperimentazione sfrutta tecnologie abilitanti di **additive manufacturing** per la realizzazione di prototipi di sistemi e componenti a scala di insediamento: grazie alla stampa **LDM** con la stampante **WASP 40100**, è possibile ottenere moduli con porosità calibrata e geometrie in grado di riprodurre fedelmente superfici biogeniche e topografie complesse impossibili da replicare con stampi tradizionali.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

ECO-REEF – LOCALIZZAZIONE ED IMPATTO

Il prototipo Eco-Reef garantisce **innocuità chimica** (legante conforme UNI-EN 206 e gusci di cozze riciclati) e **piena reversibilità**, poiché le colonne poggiano su basette zavorrate rimovibili senza necessità di scavo.

Il monitoraggio prevede rilievi fotografici e controlli continui, mentre, in caso di criticità, il prototipo potrà essere estratto integralmente.

La sperimentazione sarà messa in atto tramite immersione del prototipo in prossimità dei blocchi in calcestruzzo del pennello frangiflutti presente nell'area del sottopassaggio/area ex-mattatoio.

La scelta del sito di sperimentazione è stata operata per due ragioni:

- **stabilità, i blocchi soffolti del pennello di forma regolare agevolano il posizionamento del prototipo;**
- **impatto nullo, i blocchi costituiscono già un elemento artificiale in acque marine.**





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

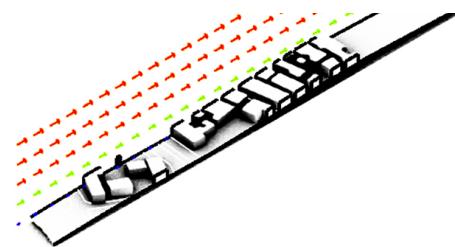


tech4you

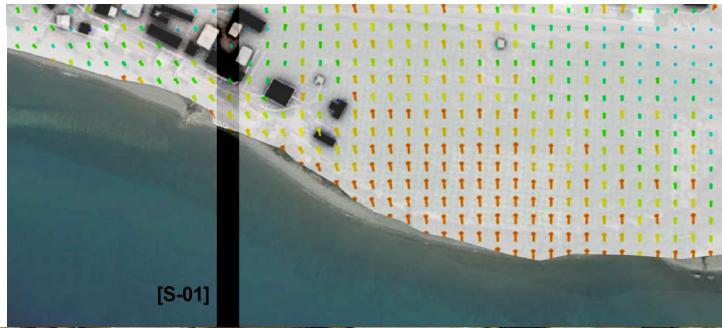


università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

ECO-REEF - OBIETTIVI E FUNZIONI ECOSISTEMICHE



S-01 - cross section from the sea to the city



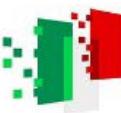
Dissipazione ondosa e stabilizzazione dei sedimenti Smorzare l'energia delle onde e promuovere la deposizione di sedimento fine, riducendo la regressione della battigia, come osservato in letteratura su superfici biogeniche stampate in 3D che riproducono la microrugosità dei coralli.

Incremento della complessità strutturale e della biodiversità Accrescere l'eterogeneità tridimensionale del fondale, condizione essenziale per lo sviluppo di comunità bentoniche e la copertura coralligena. I tre moduli—cono, blocco ramificato e cilindro ibrido—offrono un gradiente di nicchie che replica i rifugi dei sistemi coralligeni naturali.

Valutazione della biorecettività del materiale composito Testare il potenziale colonizzativo di una matrice cementizia potenziata con il 15 % di polvere di gusci di **cozza mediterranea** (*Mytilus galloprovincialis*), ricca di carbonato di calcio e micro- rugosità ideali per il reclutamento di invertebrati bentonici, in linea con i risultati emersi su substrati ceramici stampati additivamente.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

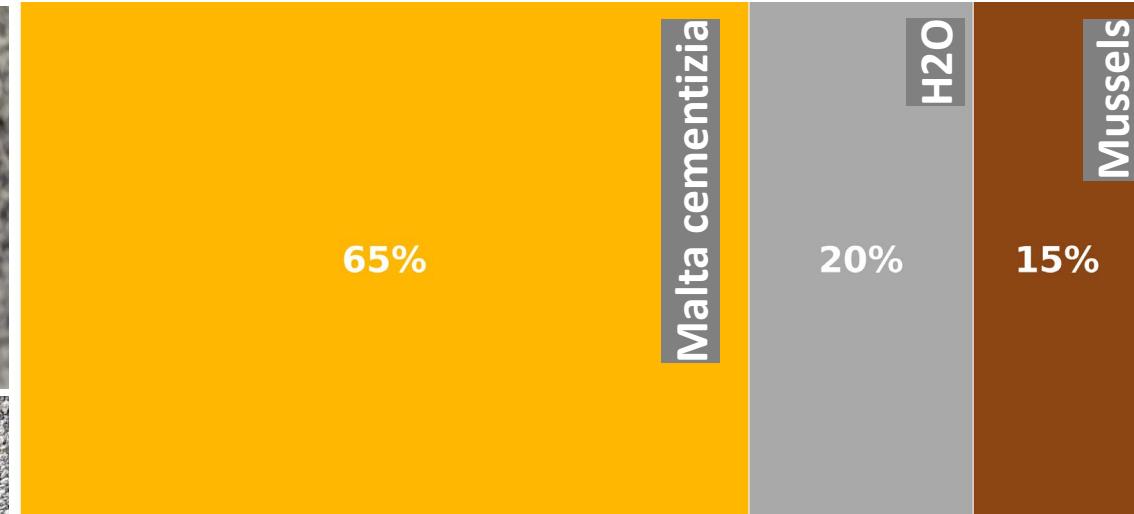
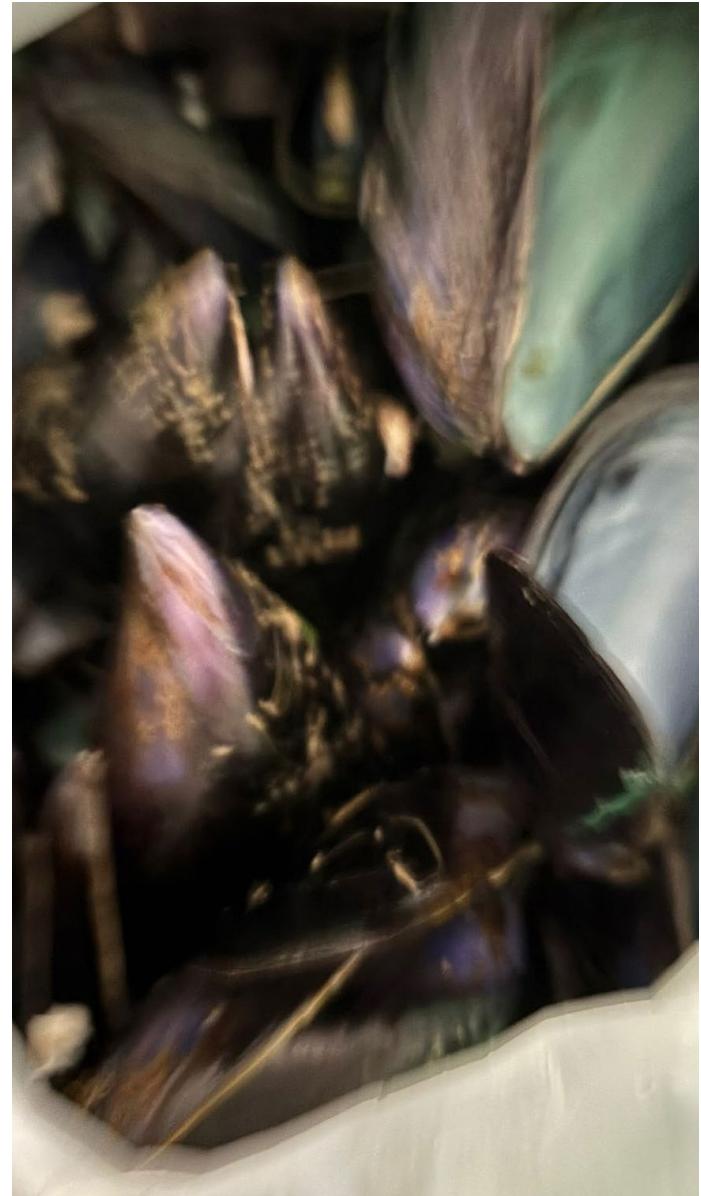


tech4you



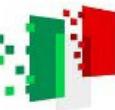
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

PREPARAZIONE DEL MATERIALE – MUSSEL BASED





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

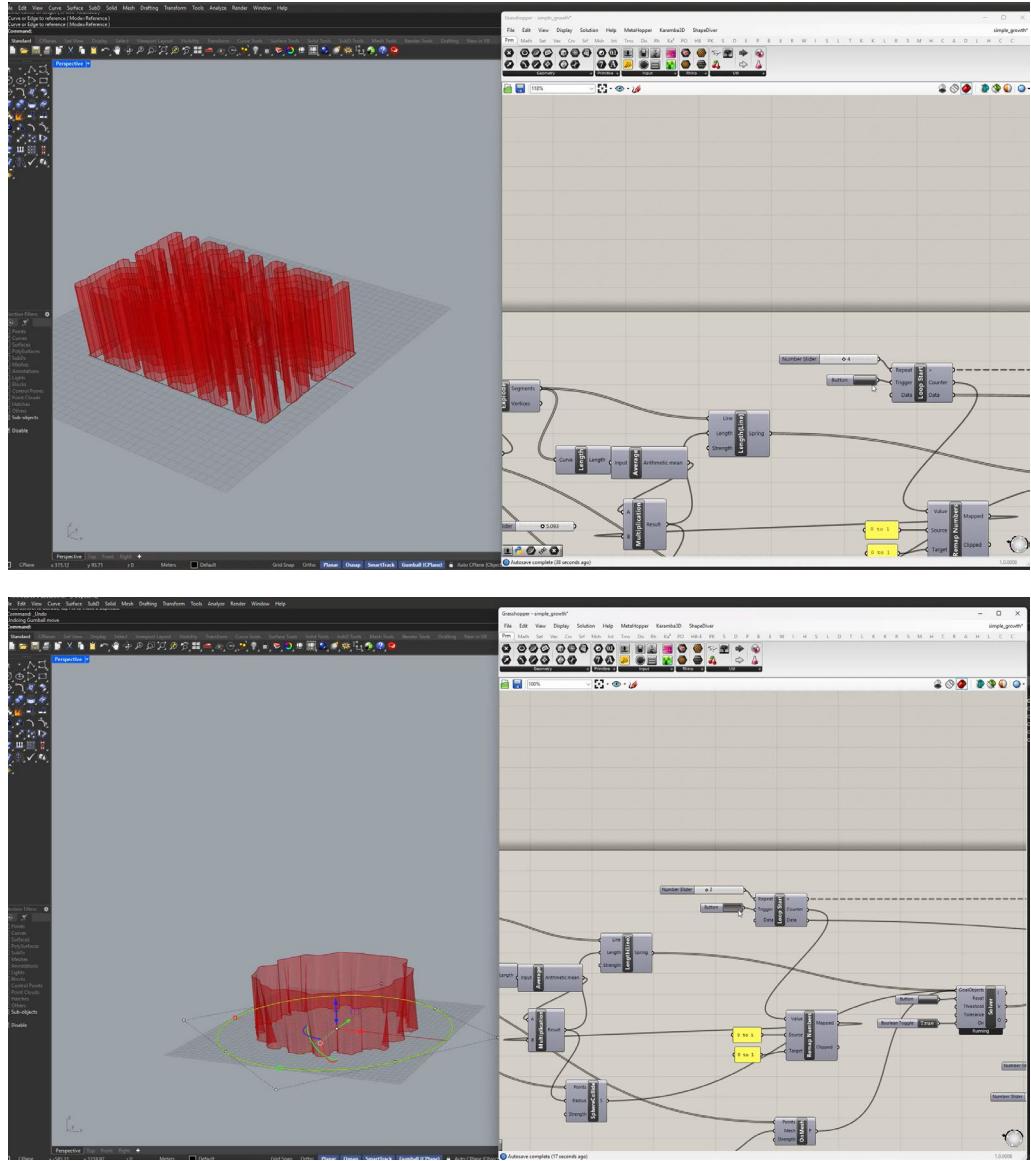


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

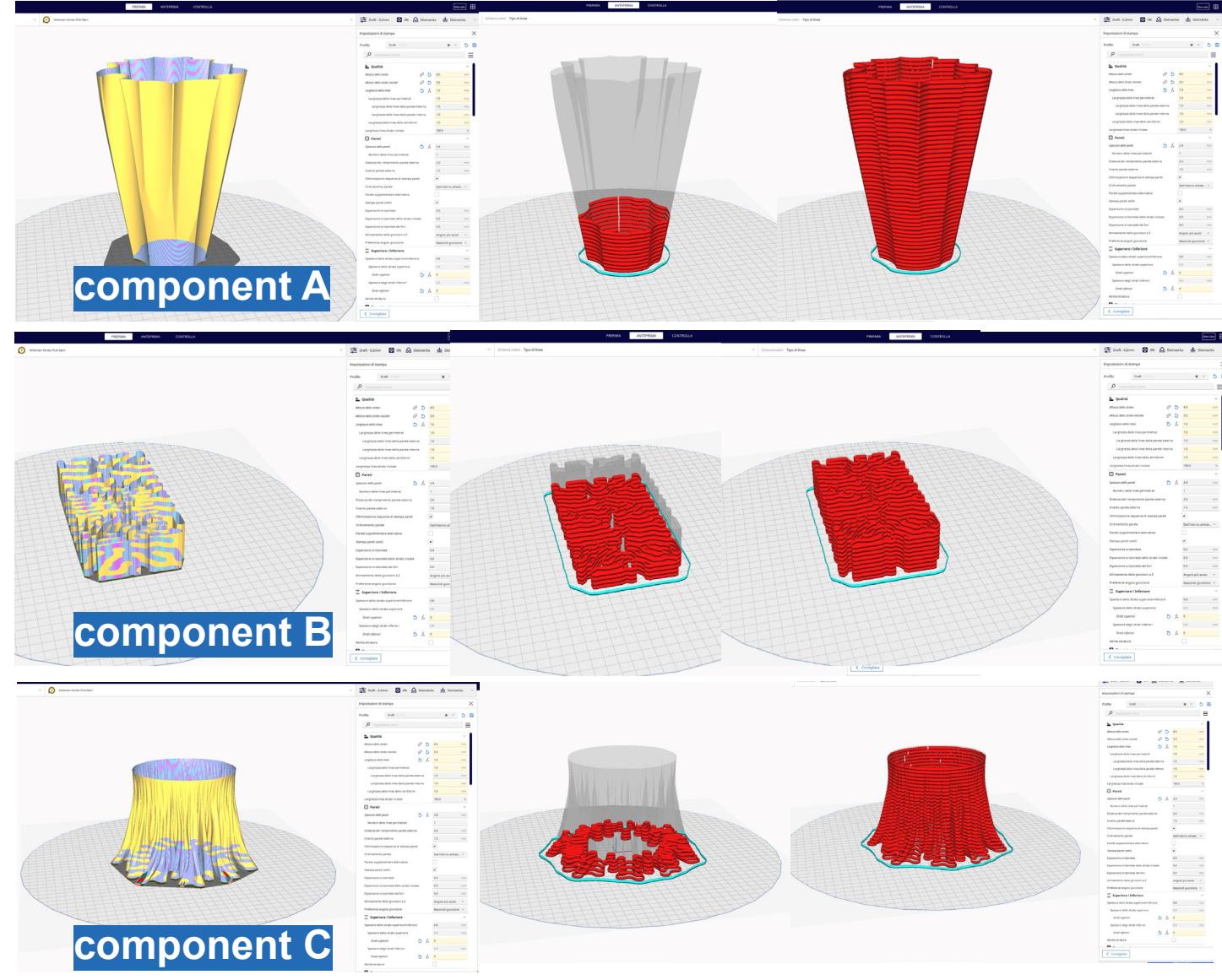


università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

PARAMETRIC DESIGN

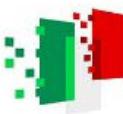


SLICING FOR 3DPRINTING





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

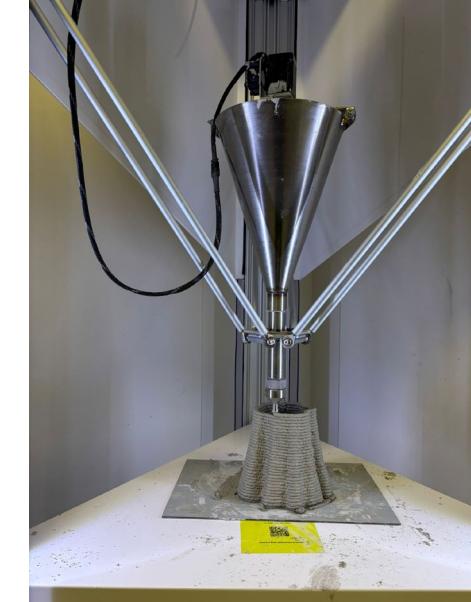
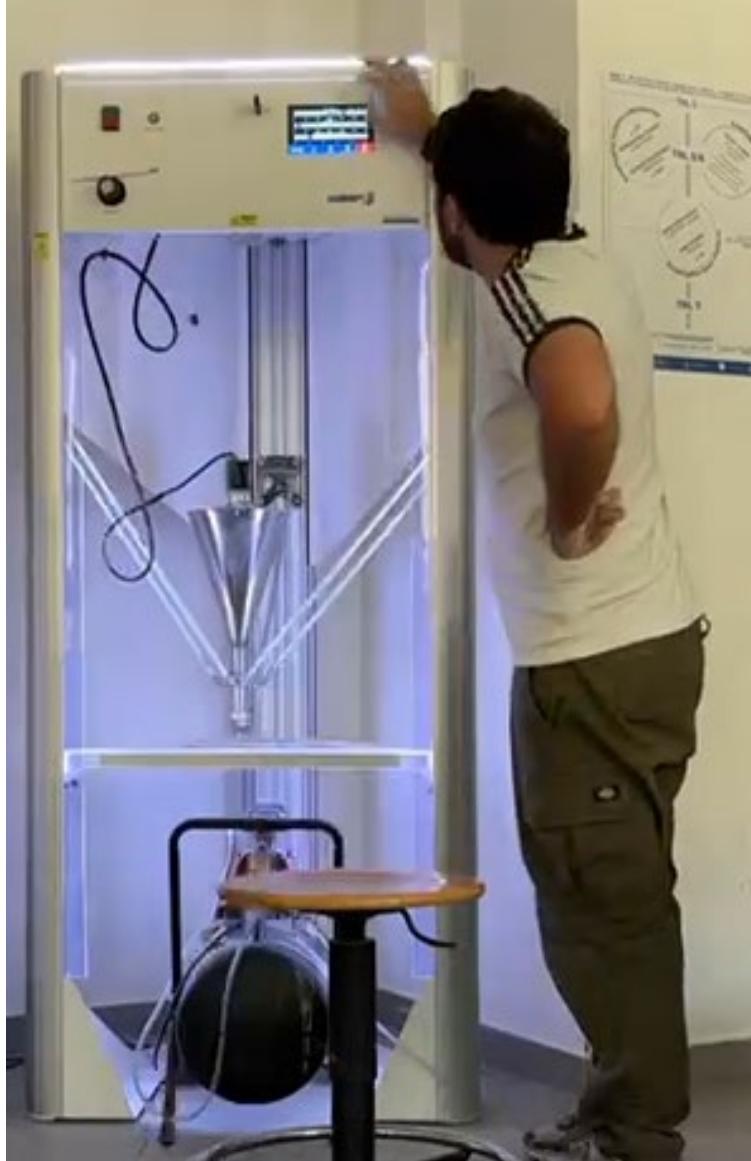


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

3D PRINTING PROCESS





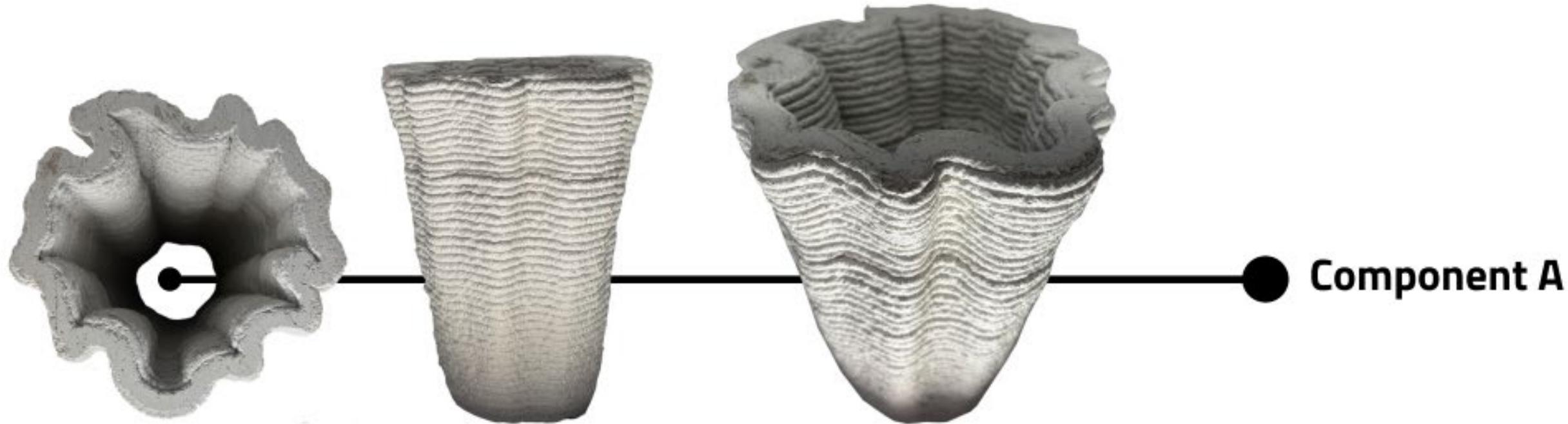
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Modulo	Geometria (dal disegno allegato)	Ruolo ecologico
A - Cono filtrante	$\varnothing 16 \text{ cm} \times h 20 \text{ cm}$; Superficie fittamente forata con pattern regolare	Crea turbolenza moderata e punti d'ancora a spugne, ascidie e altri organismi filtri-nutritori



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Modulo	Fattori di forma	Ruolo ecologico
B – Blocco reef	25 x 18 x 6 cm; Forma generata tramite algoritmo di design parametrico che replica micro-creste coralline	Offre cavità protette per stadi giovanili di pesci e piccoli crostacei



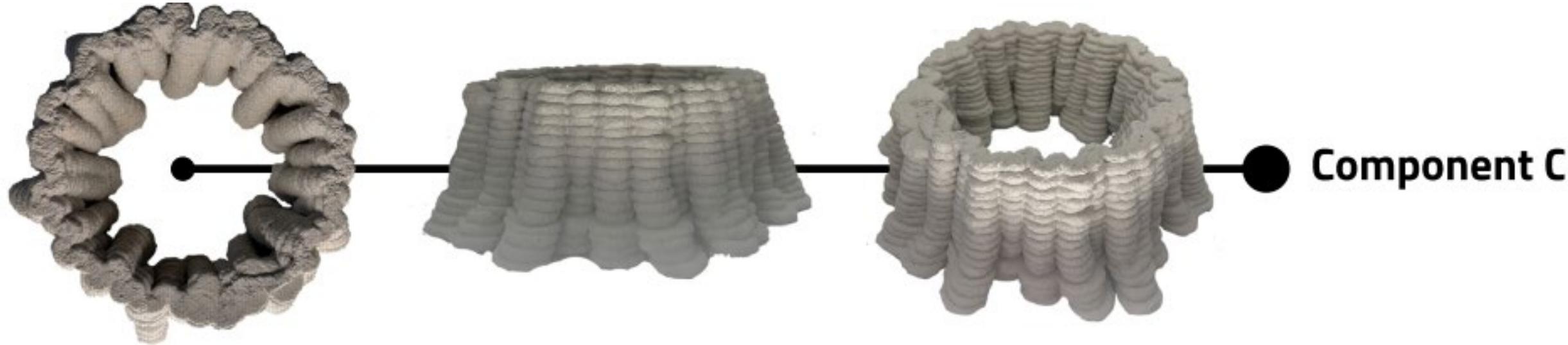
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



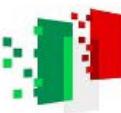
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Modulo	Geometria (dal disegno allegato)	Ruolo ecologico
C – Cilindro ibrido	$\varnothing 24 \text{ cm} \times h 9 \text{ cm}$; mix di porosità (A) e nicchie (B)	Fornisce un gradiente di complessità per confrontare i tassi di colonizzazione



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

ECO-REEF CONFIGURAZIONE FINALE





SEZIONE 1 Area dei Contenuti		SEZIONE 3 Area dei Contenuti		VISUALIZZAZIONE "USER PROFILE"	CODICI INFORMATIVI
CASO STUDIO	TIPO DI RISCHIO	FORMATI DATI FORNITI	METODOLOGIA		
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Innalzamento livello del mare	GeoTIFF, Shapefile, CSV, 3DM/OBJ, PDF	IPCC AR6 + Coastal Risk Screening Tool	- Citizen : mappa semplificata con aree inondate + descrizione testuale- Public : GIS interattivo, curve di innalzamento, indicatori di pericolosità- Practitioner : shapefile zone inondate, DEM altimetrico, CSV scenari RCP- Company : modello 3D costiero (.3dm/.obj), report PDF	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Precipitazioni estreme & runoff	CSV, JSON, HEC-RAS XML/JSON	Metodo razionale + simulazioni Kangaroo Physics	- Citizen : grafico semplificato di intensità pluviometrica- Public : diagrammi pluviometrici, mappe di rischio idrico- Practitioner : serie orarie CSV, parametri per HEC-RAS- Company : file progetto HEC-RAS (.xml/.json), dataset CSV dettagliato	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Erosione costiera & mareggiate	Shapefile, DXF, 3DM/FBX, PDF	Modelli di erosione costiera (trasporto sedimenti, profili spiaggia)	- Citizen : infografica aree a rischio- Public : mappe storiche/proiezioni, sezioni trasversali- Practitioner : shapefile linee costa, profili in DXF- Company : modello 3D barriera (.3dm/.fbx), report mitigazione PDF	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Radiazione solare & stress UV	GeoTIFF, CSV, 3DM/FBX, PDF	GIS + modelli di insolazione (Solar Radiation Analysis)	- Citizen : termogramma semplificato + legenda cromatica- Public : mappe orarie/giornaliere di insolazione, grafici esposizione- Practitioner : raster GeoTIFF, CSV valori orari/giornalieri- Company : modello 3D facciata con mappa UV (.3dm/.fbx), report PDF	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Temperature estive estreme (> 40 °C)	CSV, JSON, GeoJSON, 3DM, PDF	Proiezioni climatiche + calcolo Heat Index	- Citizen : termografia semplificata- Public : heatmaps, tabelle frequenza eventi- Practitioner : serie storiche/proiettate (CSV), JSON Heat Index- Company : modello 3D termico (.3dm), report PDF	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2
PALIZZI MARINA (NATURAL HERITAGE)	Degradò materiali (CCDI)	CSV, JSON, PDF	Climate Change Damage Index (CCDI)	- Citizen : indice vulnerabilità visuale (basso-alto)- Public : grafici a barre per materiale, sintesi danni- Practitioner : CSV dettagliato per materiale, JSON struttura CCDI- Company : report PDF completo, dataset CSV/JSON integrato	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A2.1, A2.2



SEZIONE 2 – AREA DELLE INFORMAZIONI							SEZIONE 2 Area dei contenuti (Misure e interventi)
Codice	Applicazione (Caso di studio / Tipo di rischio)	Tipo di informazione	Descrizione breve	Formato file	Interazione / Visualizzazione	Interoperabilità	
A1.1	Palizzi Marina- Innalzamento livello del mare- Precipitazioni estreme & runoff- Erosione costiera & mareggiate Palazzo Mesiani, Bova- Radiazione solare & stress UV- Temperature estive estreme- Degrado materiali (CCDI)	Testi descrittivi	Panoramica introduttiva sui temi di sicurezza strutturale, ambientale e climate change: definizioni, concetti chiave, obiettivi della sezione.	Markdown (.md) / HTML (.html) / PDF/A	Pagina web suddivisa in capitoli espandibili; anchor link e tooltip per note esplicative	Link ipertestuali a servizi esterni; API REST per fetch dinamico dei paragrafi	Mappa delle Strategie e azioni NBS e SUDS (Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg Soluzioni puntuale su patrimonio culturale (grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg
A1.2	Palizzi Marina- Innalzamento livello del mare- Precipitazioni estreme & runoff- Erosione costiera & mareggiate Palazzo Mesiani, Bova- Radiazione solare & stress UV- Temperature estive estreme- Degrado materiali (CCDI)	Dati numerici	Indicatori di rischio e metriche (es. aumento temperatura, precipitazioni, stress termico), sotto forma di dataset sintetici e confrontabili.	CSV / JSON / XLSX	Tabelle interattive con filtri (per scenario, per sito), grafici a linee/barre dinamici in dashboard	Connessione a database relazionale (es. PostgreSQL/PostGIS); endpoint JSON per aggiornamenti on-fly	Mappa delle Strategie e azioni NBS e SUDS (Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg Soluzioni puntuale su patrimonio culturale (grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg
A1.3	Palizzi Marina- Innalzamento livello del mare- Precipitazioni estreme & runoff- Erosione costiera & mareggiate Palazzo Mesiani, Bova- Radiazione solare & stress UV- Temperature estive estreme- Degrado materiali (CCDI)	Grafici e infografiche	Diagrammi di sintesi, flow-chart, infografiche dei processi e mappe semplificate tratte dal paper (es. flussi di runoff, modelli di stress UV).	SVG (vettoriale) / PNG / JPEG	Embed SVG responsivo (zoom/hover tooltip), slideshow di immagini, filtri per tipologia di diagramma	Compatibilità con D3.js o librerie simili; import diretto dei file SVG nel canvas Web	Mappa delle Strategie e azioni NBS e SUDS (Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg
A1.4	Palizzi Marina- Innalzamento livello del mare- Precipitazioni estreme & runoff- Erosione costiera & mareggiate Palazzo Mesiani, Bova- Radiazione solare & stress UV- Temperature estive estreme- Degrado materiali (CCDI)	Immagini fotografiche	Fotografie in alta risoluzione dei siti (Palizzi Marina, Palazzo Mesiani), contesto ambientale e dettaglio architettonico.	JPEG/PNG (min 300 dpi)	Galleria cliccabile con lightbox, funzione di geolocalizzazione su mappa (pin + popup descrittivo)	Metadati EXIF/GeoJSON associati per integrazione con Leaflet o Mapbox	Mappa delle Strategie e azioni NBS e SUDS (Dati, testi, grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg Soluzioni puntuale su patrimonio culturale (grafici, modelli, simulazioni) - .pdf, .jpg
A2.1	Palizzi Marina- tutti i rischi Palazzo Mesiani, Bova- tutti i rischi	Riferimenti bibliografici	Elenco completo di studi, articoli e report utilizzati: titolo, autori, anno, DOI, abstract sintetico.	BibTeX (.bib) / RIS / JSON-LD	Lista ordinabile per autore/anno, esportazione in EndNote/RefWorks, pop-up con abstract e link diretto al PDF originale	Linked Data (schema.org), DOI resolver, SPARQL endpoint per query semantiche sulle fonti	



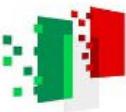
SEZIONE 3 – AREA DELLE INFORMAZIONI

(Presentazione dei casi prototipo)

Codice	Caso di studio / Tipo di rischio	Misura / Intervento	Prototipo Digitale	Formati digitali & Visualizzazione	Prototipo Fisico	Formati fisici & Interazione
B1.1	Palizzi Marina– Innalzamento livello del mare	Difesa costiera “soft” (dune rinaturalate)	– Modellazione 3D parametrica del profilo dune in ambiente GIS/3D (es. Rhino/Grasshopper o QGIS 3D)– Simulazione digitale di accumulo sedimenti con colori di rischio per elevazione	– File .3dm (Rhino) o .geojson 3D– Viewer WebGL/Cesium embed: rotazione, layer toggle (scenario attuale / futuro)– Time-slider per vedere evoluzione fino al 2100	– Modello in scala 1:200 stampato in PLA/foam resin– Base con stratigrafie colorate e sensori di umidità per demo dinamica	– File STL per stampa 3D– Display con LED che cambiano colore al variare dell’umidità simulata– QR code sul modello rimanda al viewer digitale per confronto live
B1.2	Palizzi Marina– Precipitazioni estreme & runoff	Sistema di drenaggio urbano sostenibile	– Layout 2D/3D del network di drenaggio in CAD– Simulazione idraulica in HEC-RAS o StormCAD– Heatmap interattiva dei punti critici di accumulo	– File .dxf/.dwg per CAD– .ras (HEC-RAS) o .xml StormCAD– Dashboard JS (D3.js) con overlay mappa Leaflet e tooltip sui nodi	– Mock-up in scala 1:50 del sistema drenante con canali trasparenti– Pompa per flusso dimostrativo	– Pannello di controllo con valvola reale per variare portata– Kit modulare con tubi in acrilico, raccordi in stampa 3D
B1.3	Palizzi Marina– Erosione costiera & mareggiate	Barriera sottomarina modulare	– Prototipo CAD 3D modulare con elementi “plug-in” adattabili al fondale– Simulazione onde in WaveLab o Unity 3D	– File .fbx/.3dm per Unity– WebGL scene con controlli per regolare battente onda e posizione moduli	– Modello modulare in scala 1:100 in resina trasparente– Elementi componibili su base magnetica	– Manuale d’uso in PDF/A per assemblaggio– Evento demo con tank idraulico e moduli fisici dove l’utente riposiziona i “blocchi barriera”
B2.1	Palizzi Marina & Palazzo Mesiani– Radiazione solare & stress UV	Schermature parametriche (brise-soleil)	– Parametric model in Rhino+Grasshopper: scafo metallico e lamelle regolabili in base a irraggiamento solare– VR walkthrough per analisi ombre	– File .gh (Grasshopper) + .3dm– Export WebVR (Three.js) con slider ora/giorno– Grafici solari (D3.js) integrati nella vista	– Prototipo lamella 1:10 in legno o alluminio tagliato laser– Supporto motorizzato per angolazione variabile	– DXF per taglio laser– Controller Arduino che l’utente aziona per cambiare orientazione lamelle in real-time
B2.2	Palizzi Marina & Palazzo Mesiani– Temperature estive estreme	Ventilazione passiva integrata	– Simulazione CFD (OpenFOAM) del flusso d’aria nell’edificio e nell’area costiera– Mappa interattiva di “confort index”	– .foam.case/.foam.data– .csv con Heat Index– Web dashboard con simulazioni 3D (modelviewer) e grafico interattivo dei percorsi d’aria	– Modello architettonico 1:50 con canali d’aria visibili in plexiglass– Soffiatori per dimostrare il flusso	– File STL per stampa 3D delle canalizzazioni– Control panel con sensori di portata per misurare effettivo vento generato dal modello
B2.3	Palizzi Marina & Palazzo Mesiani– Degrado materiali (CCDI)	Rivestimenti protettivi UV-resistenti	– Library digitale dei materiali con texture ad alta risoluzione e valori CCDI in JSON– Comparatore 3D online: “click to apply” coating su superfici 3D	– .json (CCDI data), .jpg/.png (texture) ^{Y1} – WebGL viewer con layer di coating on/off e slider di degradazione simulata	– Pannelli campione 30x30 cm con diversi trattamenti UV-resistenti– Stand per esposizione in esterno con luce solare simulata	– Schede tecniche in PDF/A per ogni materiale– QR code su ciascun pannello che rimanda al comparatore digitale per vedere il degrado previsto



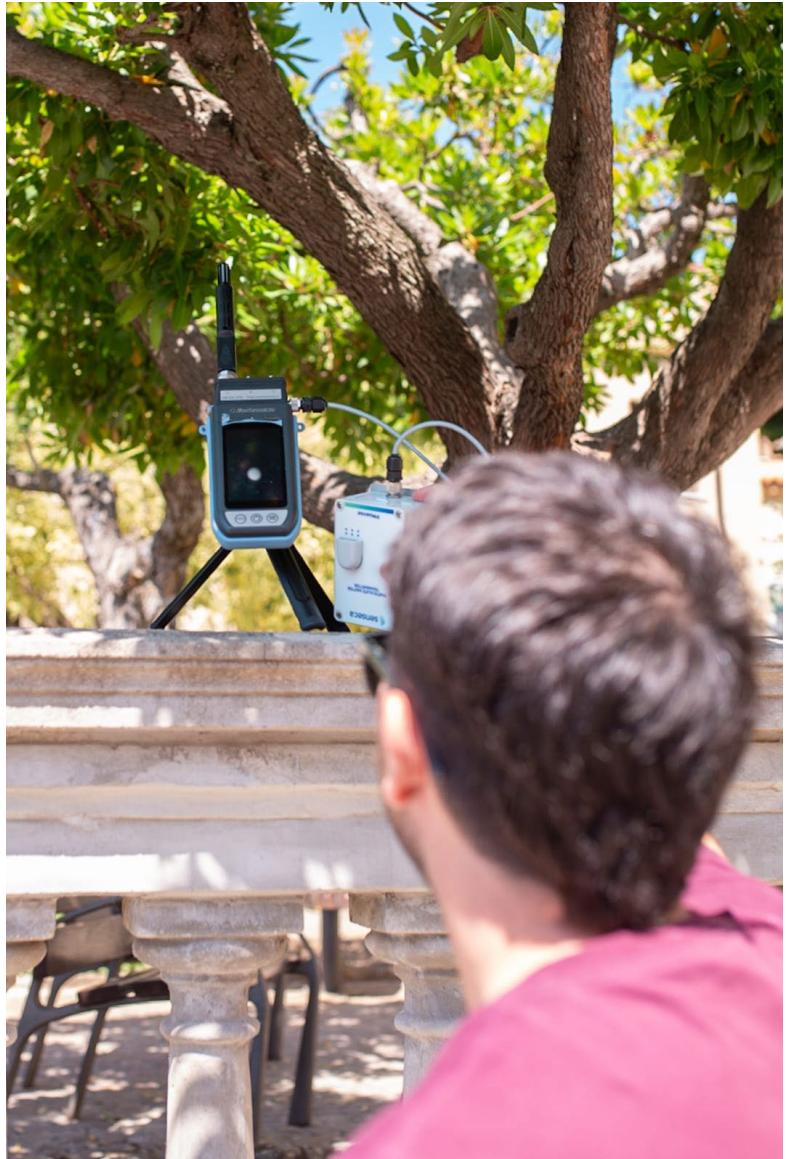
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

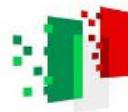


Misurazioni particolato atmosferico c/o Bova

- Piazza del Municipio
- Palazzo Mesiani



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



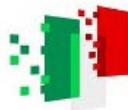
università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Posizionamento dell'eco-reef a Palizzi Marini – area ex-mattatoio



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

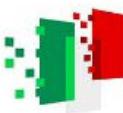


Action 10

Implementation, populate and use-testing of data-information-models extracted from the products of actions 1/9 in the dedicated digital platform

Responsible: **Prof. C.Nava + tutto il team**

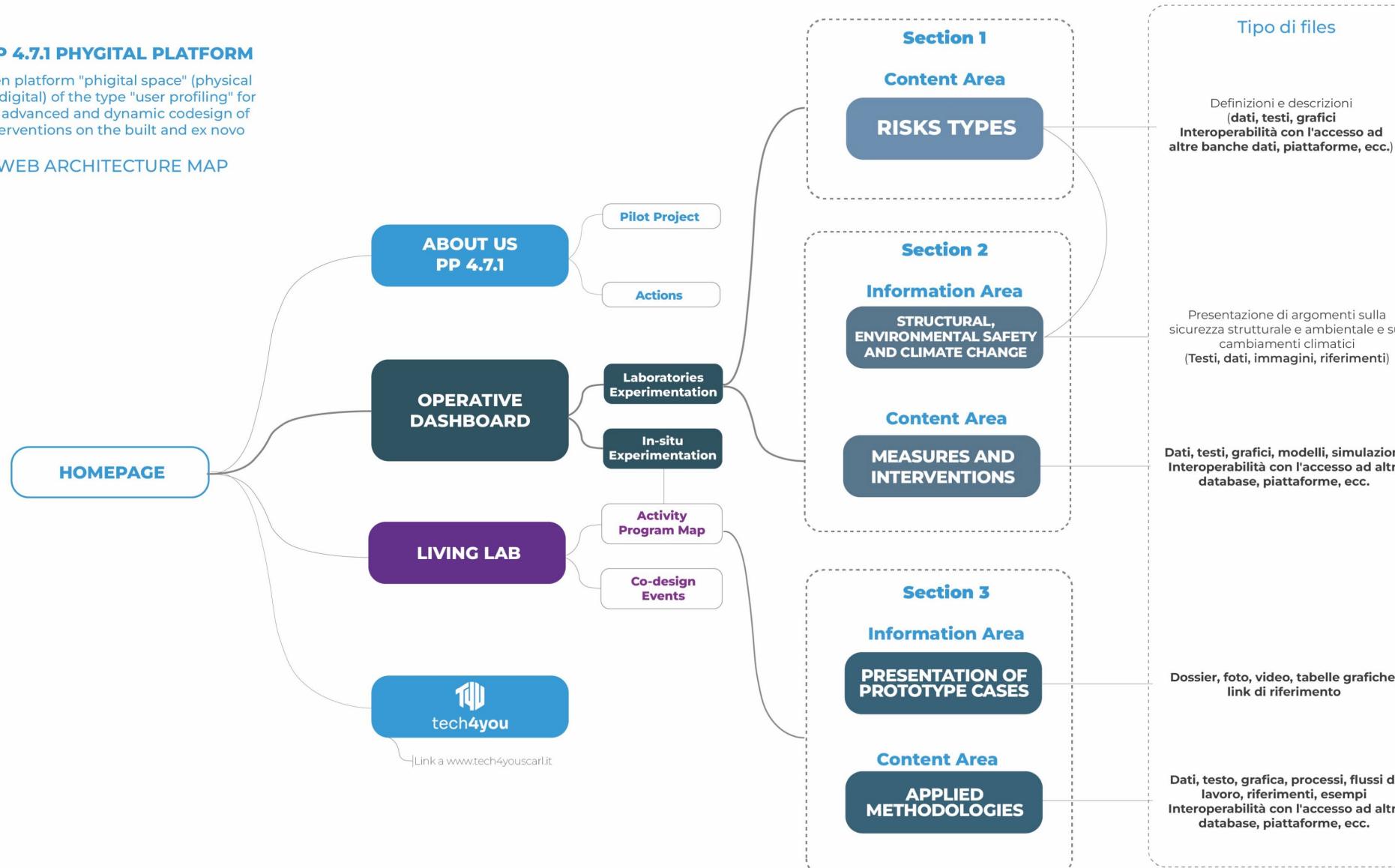
Activity 1 D7.3.6



PP 4.7.1 PHYSITAL PLATFORM

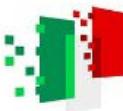
Open platform "phigital space" (physical and digital) of the type "user profiling" for the advanced and dynamic codesign of interventions on the built and ex novo

WEB ARCHITECTURE MAP





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



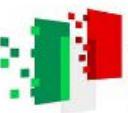
Ver. alpha:

<https://tech4you.smarts-srl.com/>

Con **WEWIT srl** (Consulente per la
realizzazione della piattaforma web)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Chi siamo

Progetto Pilota 4.71
Piattaforma aperta "phigital space" (fisica e digitale) del tipo "user profiling" per il codesign avanzato e dinamico di interventi sul costruito ed ex novo

Il progetto pilota

Agenda attività

NAVIGA LA DASHBOARD

User-profile space

Nello spazio cruscotto è possibile ottenere informazioni per la co-progettazione di interventi sul patrimonio costruito e nuovo su login utente, attraverso l'esplorazione e l'interrogazione di modelli e simulazioni sui casi studio di Bova e Palizzi Marina, nelle sezioni "Tipi di rischio", "Sicurezza strutturale, ambientale e cambiamenti climatici", "Misure e interventi" e la presentazione di casi studio e "Metodologie applicate".

Esplora

Chi siamo

Progetto Pilota 4.71
Piattaforma aperta "digital space" (fisica e digitale) del tipo "user profiling" per il codesign avanzato e dinamico di interventi sul costruito ed ex novo

Il progetto pilota

Agenda attività

NAVIGA LA DASHBOARD

User-profile space

Nello spazio cruscotto è possibile ottenere informazioni per la co-progettazione di interventi sul patrimonio costruito e nuovo su login utente, attraverso l'esplorazione e l'interrogazione di modelli e simulazioni sui casi studio di Bova e Palizzi Marina, nelle sezioni "Tipi di rischio", "Sicurezza strutturale, ambientale e cambiamenti climatici", "Misure e interventi" e la presentazione di casi studio e "Metodologie applicate".

LIVING LAB BOVA & PALIZZI MARINA

LIVING LAB EVENT

17.04.24 Biblioteca F. Mosino
16:30 Bova (RC)

Agenda

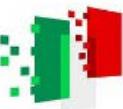
Eventi

NEWS

CONFERENZA STAMPA CONFERENZA STAMPA CONFERENZA STAMPA CONFERENZA STAMPA
Programma - Ita Programma - Ita Programma - Ita Programma - Ita



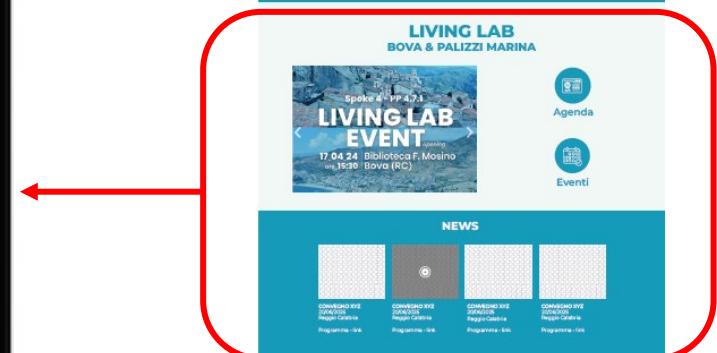
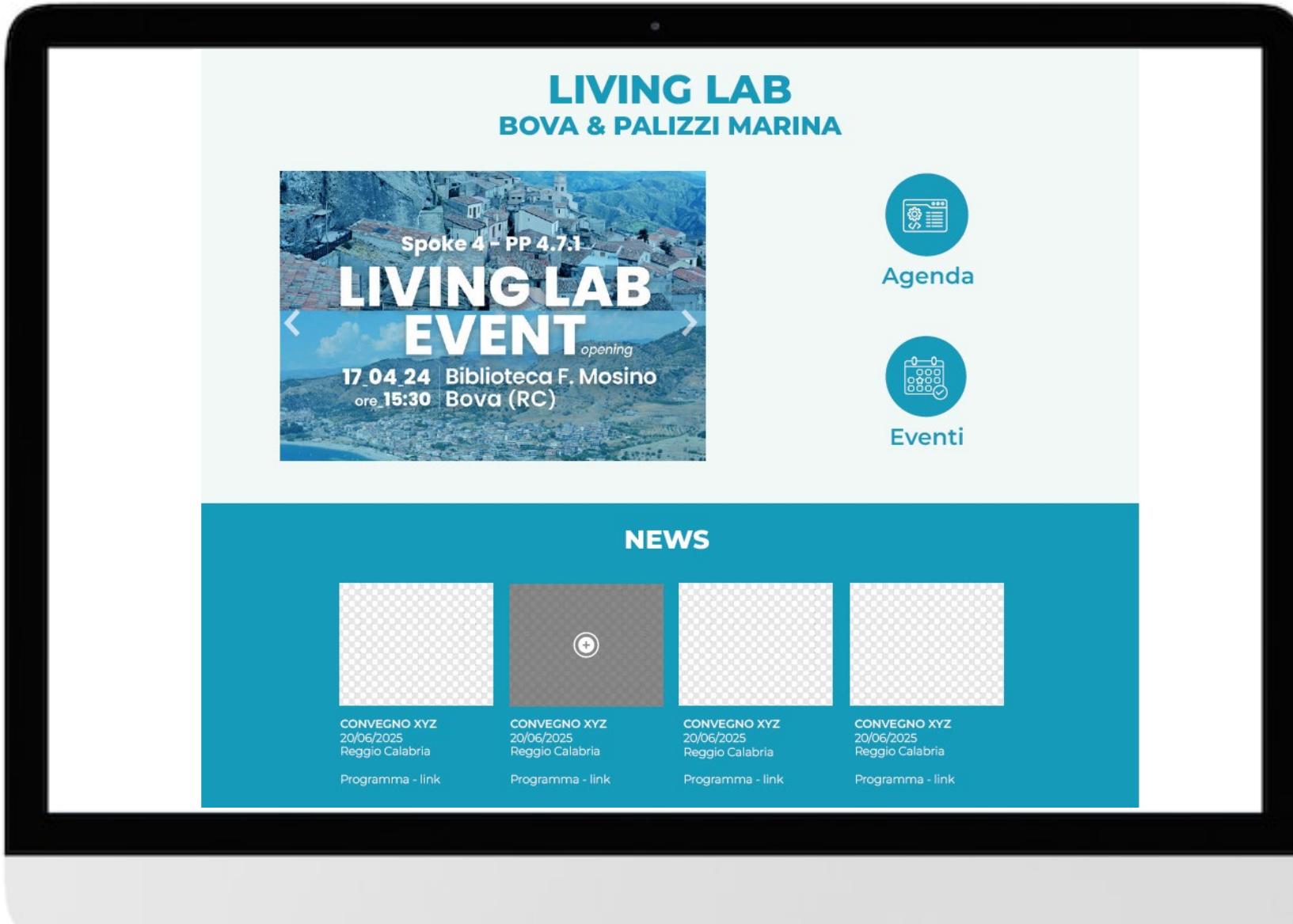
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Come funziona la dashboard

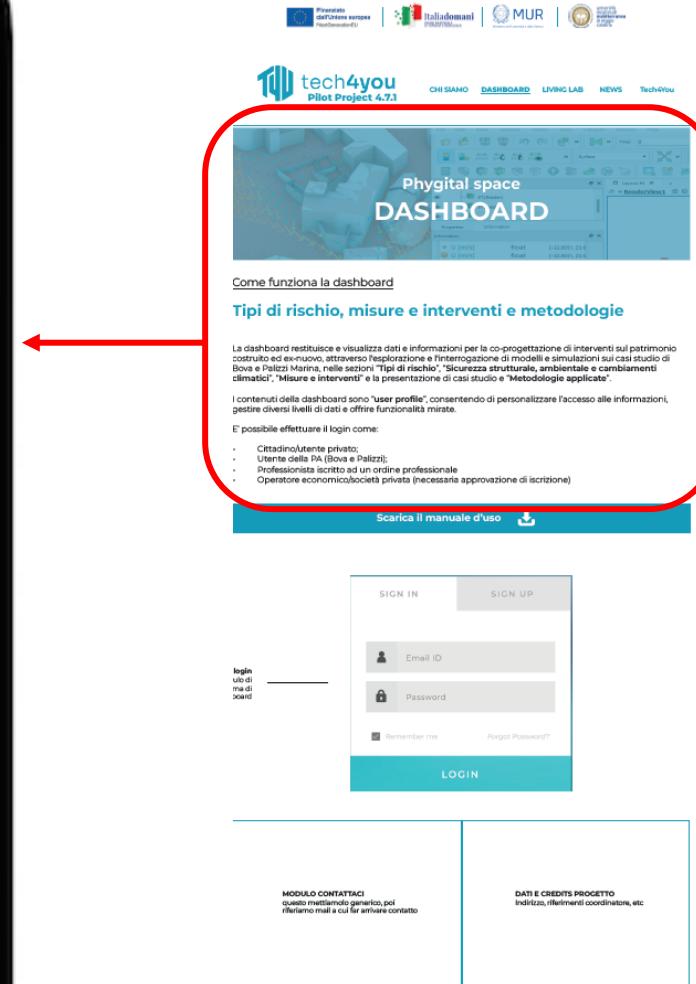
Tipi di rischio, misure e interventi e metodologie

La dashboard restituisce e visualizza dati e informazioni per la co-progettazione di interventi sul patrimonio costruito ed ex-nuovo, attraverso l'esplorazione e l'interrogazione di modelli e simulazioni sui casi studio di Bova e Palizzi Marina, nelle sezioni "Tipi di rischio", "Sicurezza strutturale, ambientale e cambiamenti climatici", "Misure e interventi" e la presentazione di casi studio e "Metodologie applicate".

I contenuti della dashboard sono **"user profile"**, consentendo di personalizzare l'accesso alle informazioni, gestire diversi livelli di dati e offrire funzionalità mirate.

E' possibile effettuare il login come:

- Cittadino/utente privato;
- Utente della PA (Bova e Palizzi);
- Professionista iscritto ad un ordine professionale
- Operatore economico/società privata (necessaria approvazione di iscrizione)





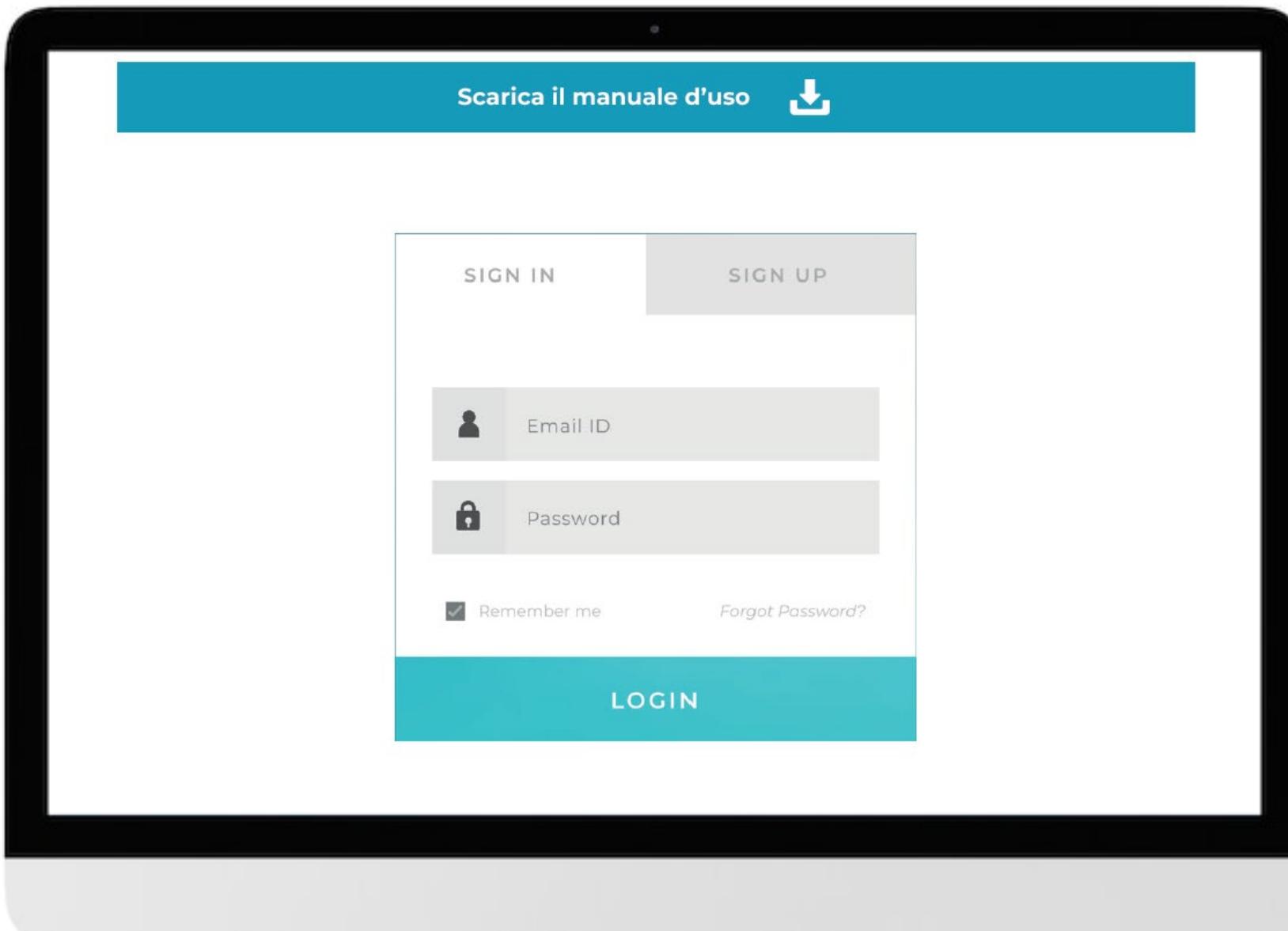
Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Finanziato dall'Unione europea | Italiadomani | MUR | Università degli studi Mediterranea di Reggio Calabria

tech4you
Pilot Project 4.7.3

CHI SIAMO DASHBOARD LIVING LAB NEWS Tech4You



Come funziona la dashboard

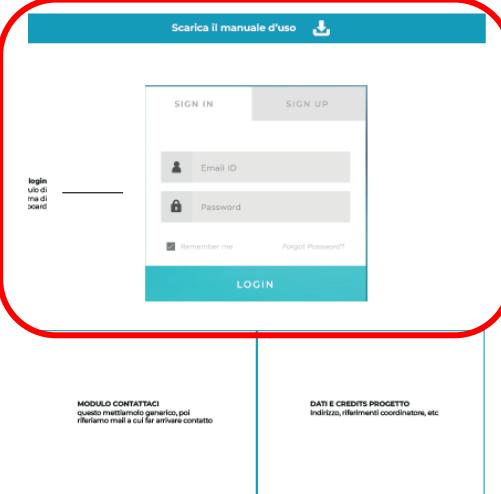
Tipi di rischio, misure e interventi e metodologie

Le dashboard restituisce e visualizza dati e informazioni per la co-progettazione di interventi sul patrimonio costituito ed elevato, attraverso l'esplorazione e l'interrogazione di modelli e simulazioni sui casi studio di Bova e Palizzi Marina, nelle sezioni "Tipi di rischio", " Sicurezza strutturale, ambientale e cambiamenti climatici", "Misure e interventi" e la presentazione di casi studio e "Metodologie applicate".

I contenuti della dashboard sono "user profile", consentendo di personalizzare l'accesso alle informazioni, gestire diversi livelli di dati e offrire funzionalità mirate.

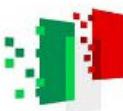
E' possibile effettuare il login come:

- Gestorimunitario privato;
- Utente della Ps (Bova e Palizzi);
- Professionista iscritto ad un ordine professionale;
- Operatore economico/società privata (necessaria approvazione di iscrizione)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria

Sicurezza strutturale

☰ Caso studio ▼

Bova
 Palazzo Mesiani
 Palizzi Marina

Rischio climatico

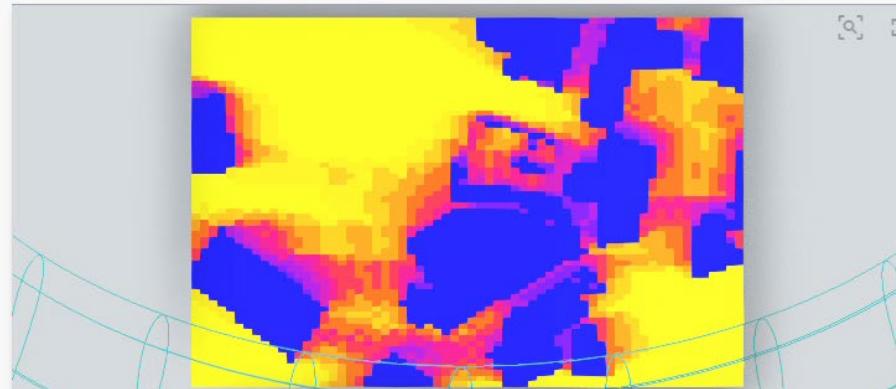
scenario climatico 2030
 scenario climatico 2050
 scenario climatico 2080

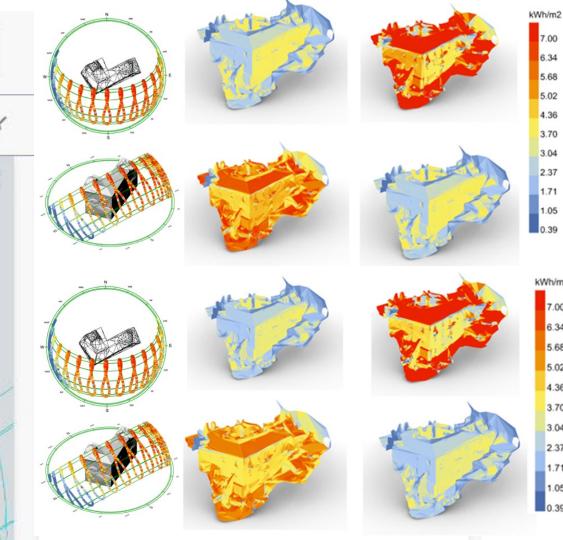
Interventi strutturali

Model name: Palazzo Mesiani - Solar studies Open Platf.

Visibility: Private

Clear cache





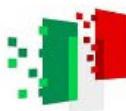




Mockup simulazione Area Dashboard



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



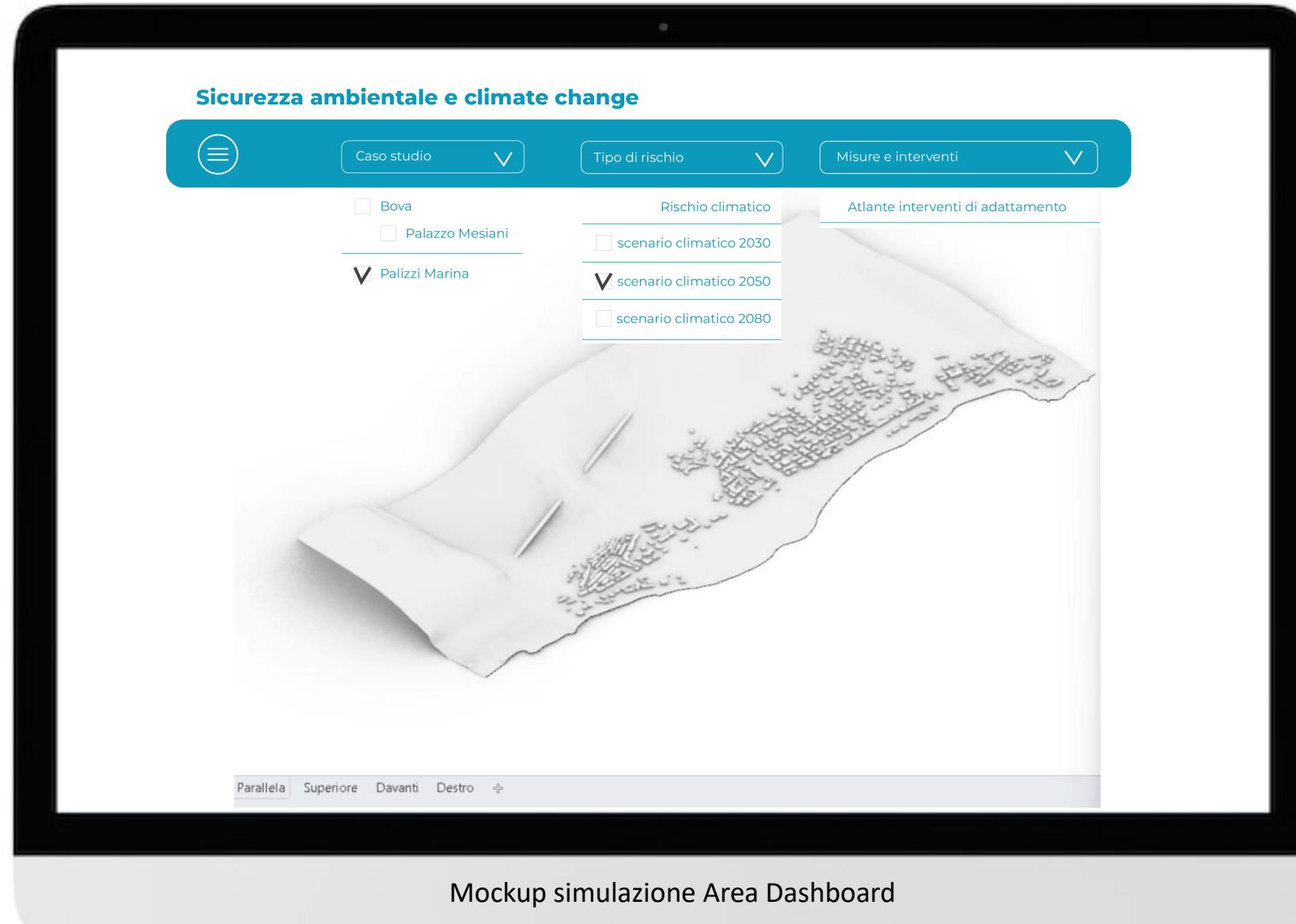
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



tech4you



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Mockup simulazione Area Dashboard



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



How to read the map

PROTOTYPES
Cultural Heritage [Bova]
Natural Heritage [Palizzi]

Potential prototype to be considered

Actions X — Action (from proposal)
N. Surname — Responsible of action

act.X [DXYZ] — Activity planned
Derviabile of reference

LIVING LAB ACTIVITIES PROGRAM MAP

