Ingegneria al servizio del monitoraggio conservativo

nei Campi Flegrei

Castello di Baia, 21 febbraio 2025

Il monitoraggio del patrimonio culturale: casi studio e possibili prospettive future

Claudia Cenci, Elisabetta Montenegro

Ufficio del Soprintendente Speciale per le aree colpite dal sisma del 24 Agosto 2016

In collaborazione con

Specificità del patrimonio culturale italiano

La **tutela** del patrimonio culturale, esposto a innumerevoli **fattori di rischio**, rappresenta una priorità per il nostro Paese e al tempo stesso una problematica rilevante che si esprime nella ricerca di un **delicato equilibrio** fra **conservazione** e **sicurezza.**

In collaborazione con

Specificità del patrimonio culturale italiano

La **vulnerabilità intrinseca** dei monumenti, distribuiti su un territorio geologicamente recente, rende sempre più necessaria l'adozione di **strumenti di valutazione e controllo speditivo**, finalizzati alla pianificazione di attività di **prevenzione** a **scala territoriale**.

In collaborazione con

La gestione del rischio per i beni culturali

«Non si può conservare e difendere ciò che non si conosce: è questa ignoranza che favorisce la degradazione che ogni giorno lamentiamo del patrimonio storico, artistico e ambientale»

Antonio Cederna, settembre 1976

In collaborazione con

La gestione del rischio per i beni culturali

$$R = P \times V \times E$$

R: rischio
P: pericolosità
V: vulnerabilità
E: esposizione

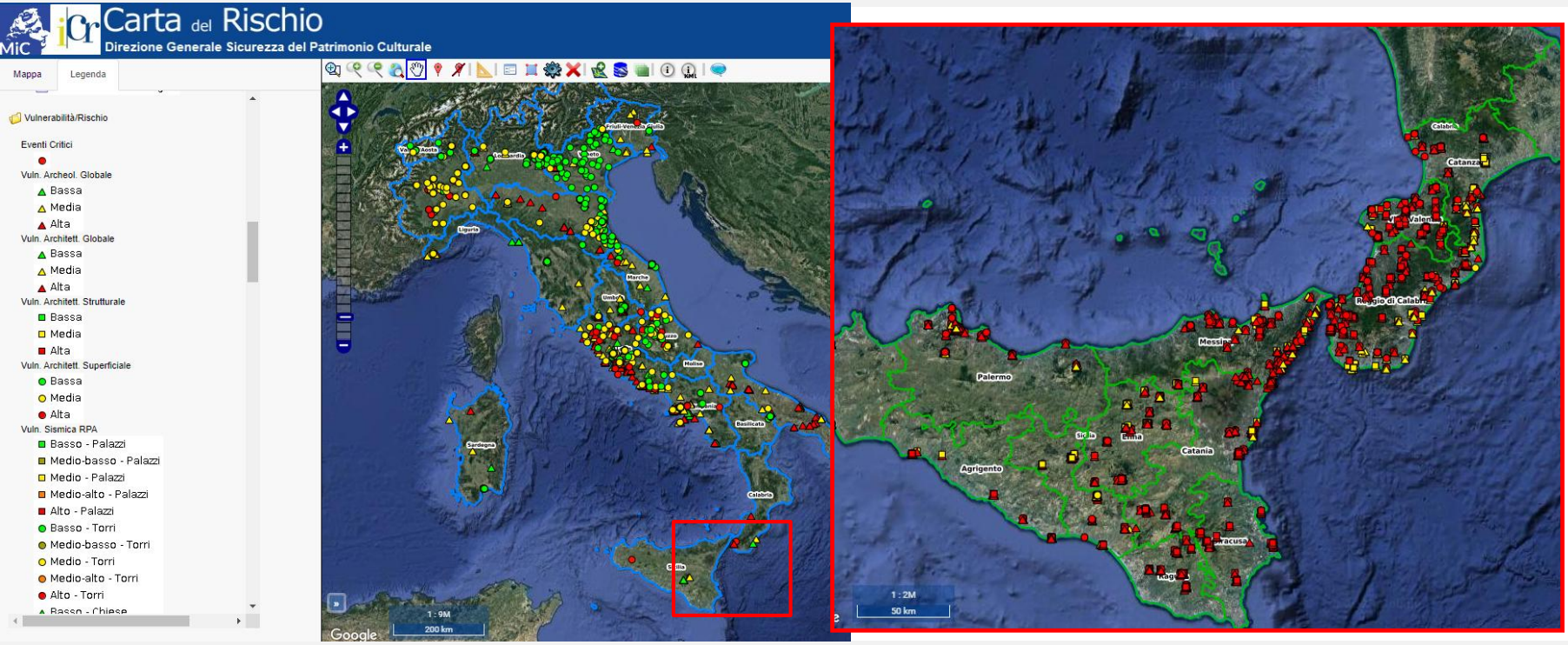
1. CONOSCENZA DEL PATRIMONIO
2. MANUTENZIONE PROGRAMMATA
3. PREVENZIONE

mitigazione rischio →

INTERVENTI DI CONSERVAZIONE E RESTAURO ⇢ *GESTIONE RISCHIO RESIDUO*

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

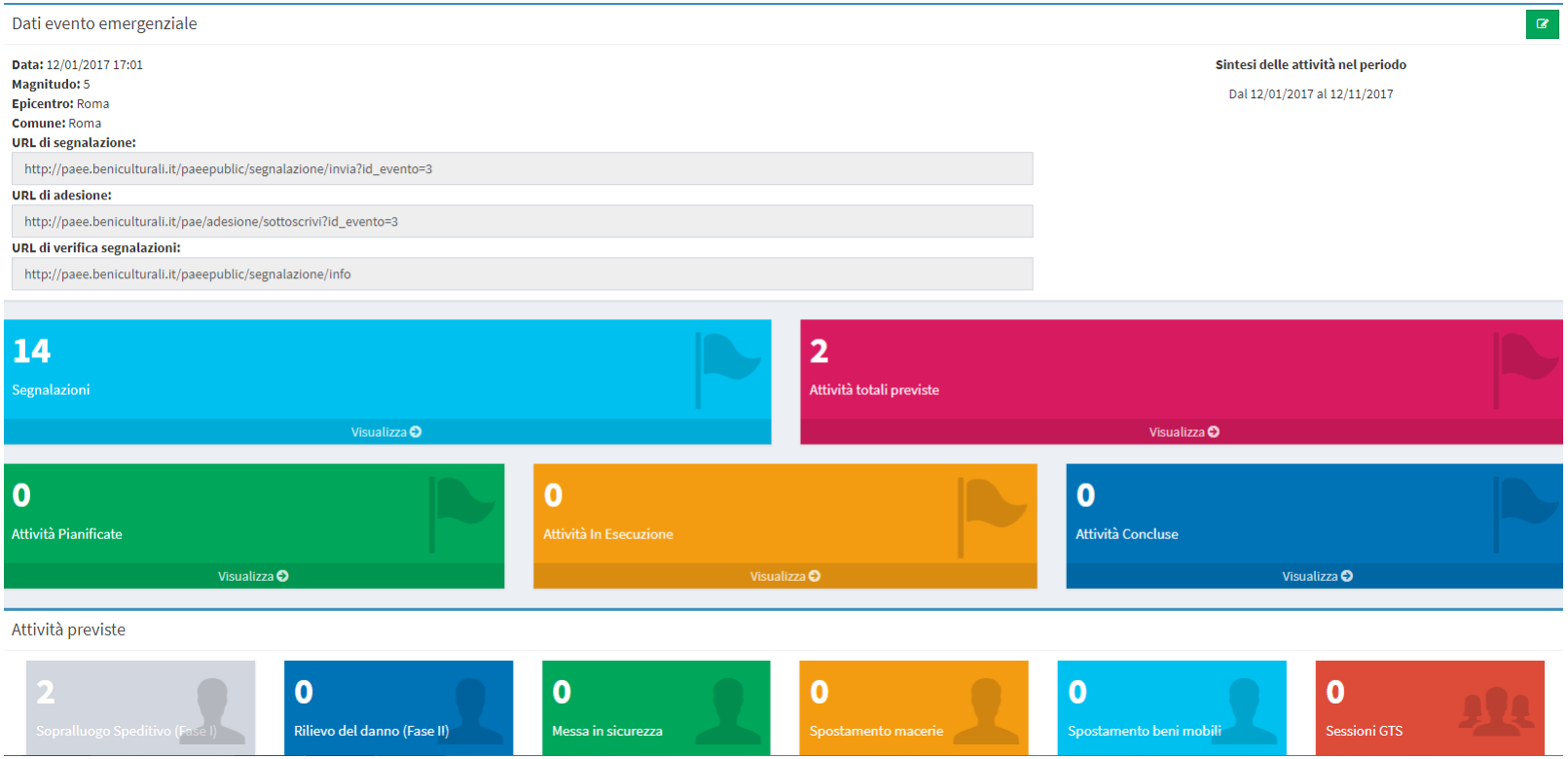
Strumenti di conoscenza per la prevenzione dei rischi: *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*



Data l'importanza prioritaria che la **prevenzione** assume nei **processi di tutela** e **conservazione**, il Ministero della Cultura ha implementato politiche e strumenti volti a garantire la **conoscenza** sistematica del **livello conservativo** del patrimonio culturale, dei **fattori di pericolosità territoriale** e **antropica** e il conseguente **livello di rischio**.

In collaborazione con

Strumenti per la gestione dei rischi: *SecurArt Eventi Emergenziali – PAEE*



Il Ministero della Cultura ha implementato strumenti innovativi volti a facilitare la **pianificazione** e la **gestione** delle **attività di primo intervento**, **messa in sicurezza** e **restauro** derivanti da **eventi emergenziali.**

In collaborazione con

Il piano Straordinario di Monitoraggio e Conservazione dei beni culturali immobili

Grazie alle molteplici e sempre più eterogenee frontiere applicative dei dati satellitari – il MiC ha avviato numerosi **progetti di 'monitoraggio integrato' satellitare-terrestre** con l'obiettivo di gestire, a diversi livelli territoriali, le condizioni di sicurezza e le eventuali situazioni di emergenza del nostro patrimonio.

In collaborazione con

Il piano Straordinario di Monitoraggio e Conservazione dei beni culturali immobili

Il ***Piano*** è finalizzato a individuare un **SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATO SATELLITARE-TERRESTRE** che consenta di **monitorare, a diversi livelli territoriali, fattori di rischio** ed **emergenze,** ottimizzando le risorse umane ed economiche disponibili, secondo **priorità e sinergie evidenziate da quanto rilevato dal monitoraggio continuo.**

In collaborazione con

Riferimenti normativi

D.L. 28 settembre 2018, n. 109, art. 14. co. 4
(convertito nella legge 16 novembre 2018, n.130):

"*Disposizioni urgenti per la città di Genova, la sicurezza della rete nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, degli eventi sismici del 2016 e 2017, il lavoro e le altre emergenze*"

Adottato con *D.M. 579 del 14/12/2020*, su proposta progettuale della Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio Culturale (soggetto promotore), demandando

all'*Ufficio del Soprintendente Speciale per le aree colpite dal sisma del 24 agosto 2016* il ruolo di **soggetto attuatore** poiché destinatario dei Fondi previsti.

In collaborazione con

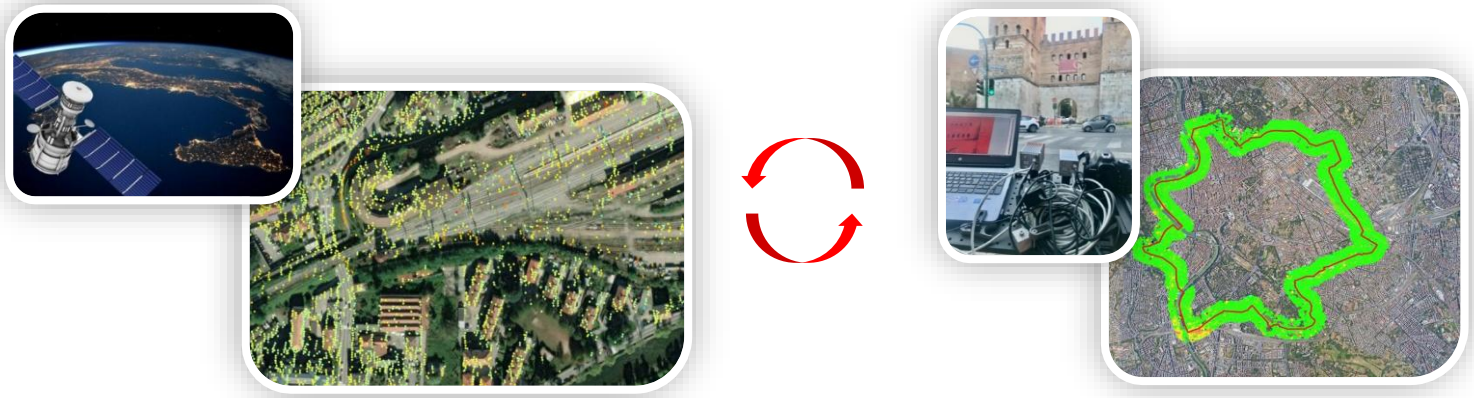
Obiettivi

1) monitorare beni culturali (es. torri, campanili, centri urbani, aree archeologiche, sistemi lineari etc.) in relazione alla loro sicurezza ambientale e strutturale;

2) sovrapporre le informazioni ricavate dai monitoraggi tradizionali (ossia terrestri) con quelle fornite dallo spazio;

3) definire linee guida per il trattamento e l'impiego dei dati satellitari, di concerto con quelli terrestri, per il monitoraggio ambientale e strutturale del patrimonio culturale;

4) realizzare cruscotti informatici e/o sistemi di supporto alle decisioni.



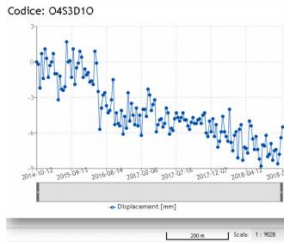
In collaborazione con

Strategia

- **CAMPAGNA DI MONITORAGGIO INTEGRATO SPERIMENTALE SATELLITARE-TERRESTRE** di edifici e manufatti di interesse culturale maggiormente vulnerabili (torri, campanili, chiese, sistemi lineari, aree archeologiche etc.) estesa all'intorno territoriale

- **METODOLOGIA DI POST-ELABORAZIONE e PROCESSAMENTO DATI**

ACQUISIZIONE DATI SATELLITARI *definire* POST-ELABORAZIONE E PROCESSAMENTO DATI



LINEE GUIDA e **STRUMENTI INFORMATIVI E GESTIONALI** che consentano ai proprietari e/o gestori a vario titolo di beni culturali l'attivazione di:

- ❑ **MONITORAGGI**
- ❑ **PROCEDURE OPERATIVE**
- ❑ **INTERVENTI CONSERVATIVI**

In collaborazione con

Ricognizione preliminare

Ricognizione, attraverso gli uffici periferici del Ministero, dei monitoraggi attivi e/o previsti sul territorio nazionale:

93 *avviati*

52 *in fase di progettazione*

112 *in fase di programmazione*

differenziati per tipologia

1 Costiero

3 Urbana *(es. borghi, centri storici, etc.)*

80 Itinerari *(es. percorsi di pellegrinaggio, tratturi, etc.)*

16 Area vasta *(es. parchi archeologici, etc.)*

105 Strutture Regolari *(es. chiese, palazzi, etc.)*

25 Strutture snelle *(es. torri, campanili, etc)*

19 Strutture lineari *(es. ponti, cinta muraria, etc)*

8 vari

24 monitoraggi prevedono l'utilizzo di dati satellitari, tra cui **20** l'utilizzo combinato dei dati satellitari con i dati derivanti da sensoristica in situ.

In collaborazione con

Fasi di lavoro e attuazione del Piano

- **1) Sottoscrizione di convenzioni con enti di ricerca e altre istituzioni;**
- 2) Gestione progetto e supporto tecnico operativo nelle diverse fasi;
- **3) Installazione sensori per attività di monitoraggio in campo;**
- 4) Integrazione di tecnologie di monitoraggio diverse e calibrazione delle tecniche di monitoraggio satellitare;
- **5) Schedature della vulnerabilità dei beni immobili architettonici e archeologici oggetto di monitoraggio;**
- **6) Realizzazione cruscotto informatico per lo sviluppo di strumenti a supporto alle decisioni, la gestione dei dati e l'interoperabilità tra i sistemi;**
- **7) Adeguamento delle strutture informatiche esistenti e acquisto di quelle necessarie alla gestione territoriale;**
- 8) Acquisto dei servizi di gestione dati satellitari e post elaborazione;
- **9) Aggiornamento della piattaforma Carta del Rischio e interoperabilità con SecurArt;**
- 10) Programmazione di un piano di monitoraggio integrato satellitare e strumentale in situ, che tenga conto anche delle capacità nazionali di osservazione della Terra e integrazione con le reti di monitoraggio esistenti;
- 11) Sperimentazione alle diverse scale e tipologie di edifici e manufatti di interesse culturale.

1. Sottoscrizione di convenzioni con enti di ricerca e altre istituzioni

3. Installazione sensori per attività di monitoraggio in campo

CONVENZIONI CON ENTI DI RICERCA E ALTRE ISTITUZIONI:

- ✓ *11 Accordi quadro/di cooperazione e/o protocolli Attuativi*

+

INSTALLAZIONE DI SENSORISTICA PER ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN CAMPO:

- ✓ *1 Accordo avviato*

A. **Centro di Ricerca (CERI) '*Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici*' dell'Università degli Studi di Roma '*La Sapienza*'**
(referente prof. Paolo Mazzanti)

B. **Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (CNR- ISAC)**
(referente dott.ssa Alessandra Bonazza)

C. **Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Geoscienze**
(referenti prof.ssa Francesca da Porto e prof. Claudio Modena)

D. **Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA**
(referente ing. Daniele Spizzichino)

E. **Opera della Primaziale Pisana & Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI)**
(referenti ing. Roberto Cela, ing. Anna de Falco)

F. **Cattedra UNESCO "*Prevenzione e gestione sostenibile del rischio idrogeologico*" dell'Università degli Studi di Firenze**
(referenti: prof.ssa Veronica Tofani, prof.ssa Silvia Bianchini)

G. **Sovrintendenza Capitolina**
(referente: dott.ssa Valeria Corazza)

H. **Segretariato Regionale Veneto (MIC)**
(referente: ing. Alberto Lionello)

I. **Parco Archeologico Campi Flegrei (MIC) & Dipartimento DISTAR Università degli Studi di Napoli Federico II**
(referenti: dott. Fabio Pagano, prof. Domenico Calcaterra, prof. Leopoldo Repola, prof. Diego Di Martire)

J. **RFI – Reti Ferroviarie Italiane**
(referente: ing. Andrea Vecchi)

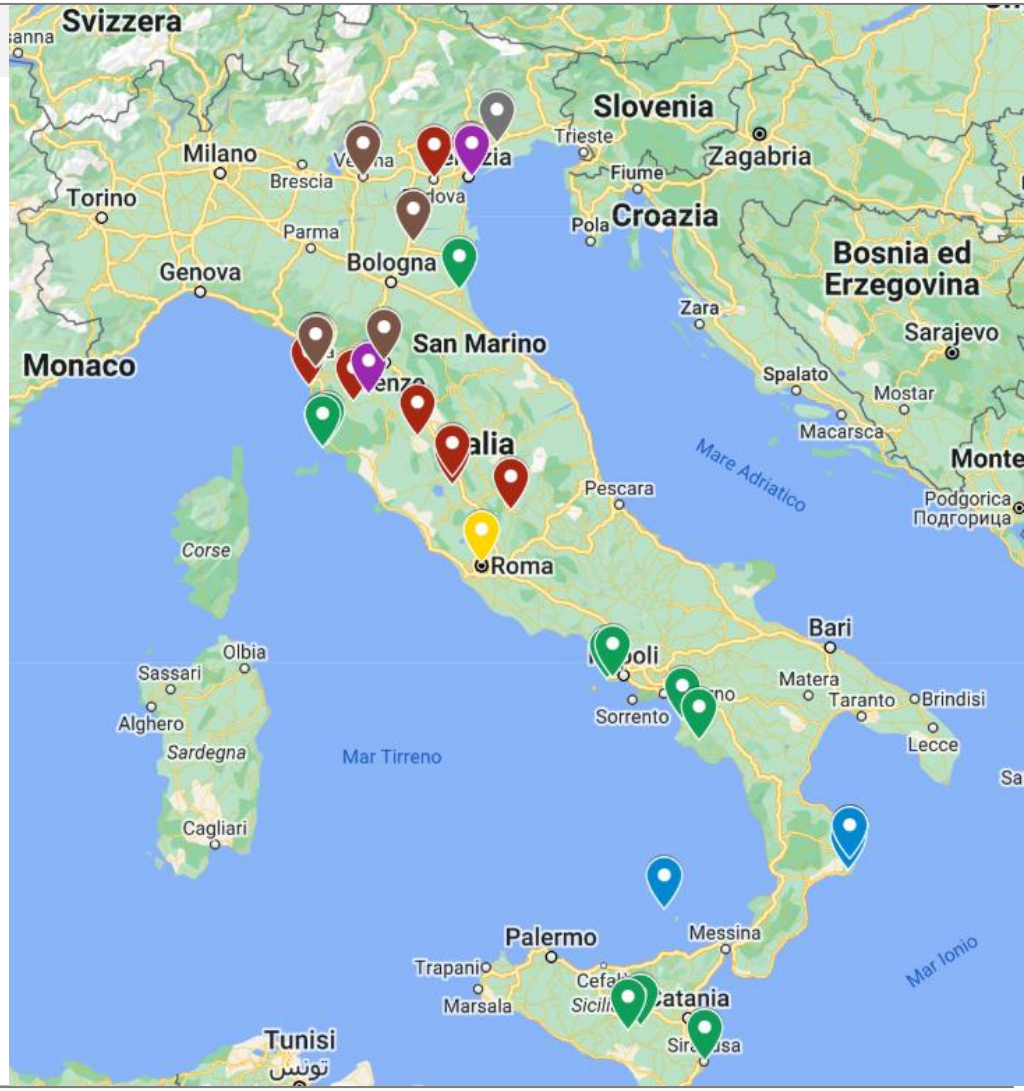
K. **UNICAL – DR Musei Calabria**
(referenti: dott. Filippo Demma, prof. Salvatore Critelli)

L. **ASI – Agenzia Spaziale Italiana**
(referenti: ing. Francesco Longo, dott.ssa Marina Virelli)

In collaborazione con

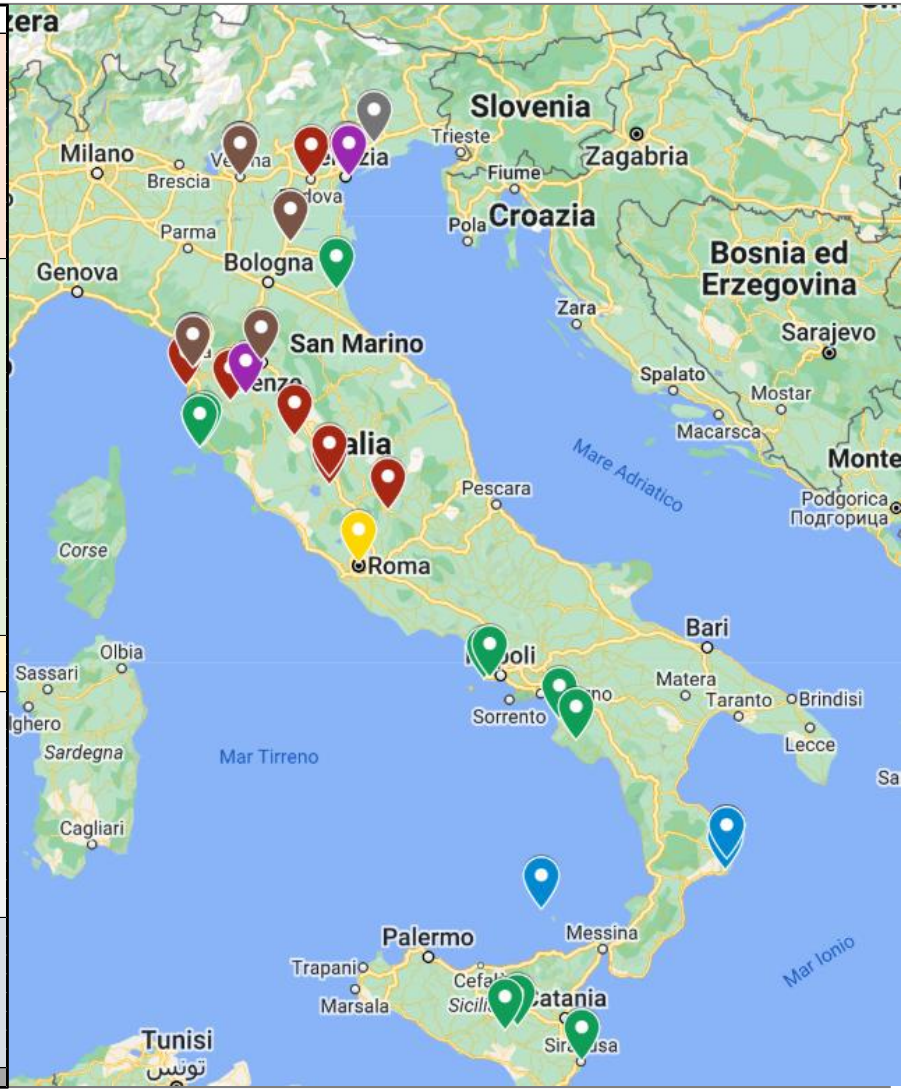
CASI STUDIO

- [x] **CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI**
  - PIENZA
  - CIVITA DI BAGNOREGIO
  - ORVIETO
  - POPULONIA
  - VOLTERRA
  - FERRARA
  - PISA
  - PADOVA
  - RIETI
  - VERONA
  - VENEZIA E LAGUNA
  - LIVORNO
- [x] **MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI**
  - PAESTUM
  - VELIA
  - MORGANTINA
  - PIAZZA ARMERINA
  - SIRACUSA
  - BAIA
  - CAMPI FLEGREI
  - BARATTI
  - POPULONIA
  - RAVENNA
  - VERONA
  - CROTONE
- [x] **MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI**
  - ISOLE EOLIE
  - ISOLA DI CAPO RIZZUTO
  - CROTONE
- [x] **TORRI E CAMPANILI**
  - VENEZIA
  - PISA
  - VERONA
  - VENEZIA
  - SAN GIMIGNANO
- [x] **SISTEMI LINEARI**
  - ROMA
  - PISA
- [x] **CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI**
  - FIRENZE
  - FERRARA
  - PISA
  - VERONA
- [x] **PONTI**
  - VENEZIA MESTRE-TRIESTE



In collaborazione con

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	1	centro storico di Pienza	Pienza	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	2	borgo di Civita di Bagnoregio	Civita di Bagnoregio	
CATTEDRA UNESCO	3	centro storico di Orvieto	Orvieto	
CATTEDRA UNESCO	4	centro storico di Populonia	Populoia	
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	5	centro storico di Volterra	Volterra	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	6	centro storico di Ferrara	Ferrara	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	7	centro storico di Pisa	Pisa	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	8	centro storico di Padova	Padova	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	9	centro storico di Rieti	Rieti	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	10	centro storico di Verona	Verona	
CNR - ISPRA - ASI	11	territorio urbano di competenza della SABAP	Venezia e Laguna	
CNR - ISPRA - ASI	12	territorio urbano di competenza della SABAP	provincie di Pisa e Livorno	
CATTEDRA UNESCO - CNR - ISPRA - ASI	13	parco archeologico di Paestum	Paestum	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
CNR - ISPRA - ASI	14	parco archeologico di Velia	Velia	
CNR - ISPRA - ASI	15	parco archeologico Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	
CNR	16	parco archeologico di Siracusa	Siracusa	
CNR - ISPRA - ASI	17	parco archeologico sommerso di Baia	Baia	
ISPRA - CAMPI FLEGR - DISTAR - ASI	18	parco archeologico dei Campi Flegrei	Campi Flegrei	
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Antro		
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Crypta Romana;		
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Cavità artificiali minori dell'acropoli di Cuma e antiche strutture murarie connesse		
ISPRA - ASI	19	parco archeologico di Baratti e Populonia	Baratti e Populonia	
ISPRA - ASI	20	parco archeologico sommerso dell'antico Porto di Classe	Ravenna	
UNI PADOVA	21	Anfiteatro romano (arena) di Verona	Verona	
UNI PADOVA	22	Teatro romano di Verona	Verona	
UNI CAL	43	Parco Archeologico di Capo Colonna	Crotone	
UNI CAL	44	Colonna di Hera Lacinia e altri manufatti	Crotone	
CNR	26	arcipelago costiero delle Isole Eolie	Isole Eolie	
CNR	27	area marina dell'Isola di Capo Rizzuto	Isola Capo Rizzuto	
UNI CAL	45	area costiera tra Isola Capo Rizzuto e Crotone	Crotone	
CERI - ISPRA - ASI	23	Mura Aureliane	Roma	SISTEMI LINEARI
CERI - ISPRA - ASI	24	Via Francigena del sud	Roma	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	25	Mura urbane di Pisa	Pisa	
CERI - CNR	28	torri e campanili della laguna di Venezia	Laguna di Venezia	TORRI E CAMPANILI
OPERA PRIMAZIALE PISANA	29	Torre di Pisa	Pisa	
UNI PADOVA	30	Torre dei Lamberti	Verona	
SR VENETO	31	Campanile S. Giorgio Maggiore	Venezia	
SR VENETO	32	Campanile S. Giorgio dei Greci	Venezia	
SR VENETO	33	Campanile di S. Francesco alla Vigna	Venezia	
SR VENETO	34	Torre di Porta Nuova	Venezia	
SR VENETO	47	Palazzo Grimani	Venezia	
SR VENETO	48	Palazzo Reale	Venezia	
SR VENETO	49	Punta della Dogana	Venezia	
SR VENETO	50	Campanile Santa Maria Gloriosa dei Frari	Venezia	
CERI	43	Torri di San Giminiano	San Giminiano	
CNR	35	Duomo di Firenze	Firenze	CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI
CNR	36	Cattedrale di Ferrara	Ferrara	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	37	Cattedrale di Santa Maria Assunta	Pisa	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	38	Battistero di San Giovanni	Pisa	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	39	Museo dell'Opera del Duomo	Pisa	
UNI PADOVA	40	Castelvecchio	Verona	
UNI PADOVA	41	Arche Scaligere	Verona	
UNI PADOVA	46	Cappella degli Scrovegni	Verona	
RFI	42	Ponte Livenza	Venezia Mestre – Trieste	PONTI



In collaborazione con

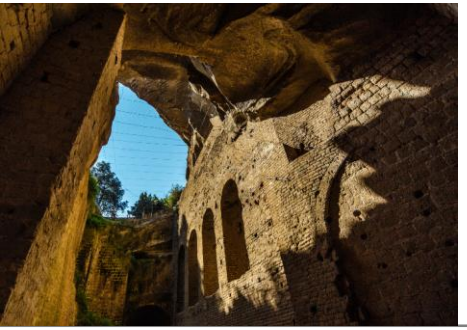
CASI STUDIO

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	1	centro storico di Pienza	Pienza	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	2	borgo di Civita di Bagnoregio	Civita di Bagnoregio	
CATTEDRA UNESCO	3	centro storico di Orvieto	Orvieto	
CATTEDRA UNESCO	4	centro storico di Populonia	Populoia	
CATTEDRA UNESCO - ISPRA - ASI	5	centro storico di Volterra	Volterra	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	6	centro storico di Ferrara	Ferrara	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	7	centro storico di Pisa	Pisa	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	8	centro storico di Padova	Padova	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	9	centro storico di Rieti	Rieti	
CERI - CNR - ISPRA - ASI	10	centro storico di Verona	Verona	
CNR - ISPRA - ASI	11	territorio urbano di competenza della SABAP	Venezia e Laguna	
CNR - ISPRA - ASI	12	territorio urbano di competenza della SABAP	provincie di Pisa e Livorno	

In collaborazione con

CASI STUDIO

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CATTEDRA UNESCO - CNR - ISPRA - ASI	13	parco archeologico di Paestum	Paestum	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
CNR - ISPRA - ASI	14	parco archeologico di Velia	Velia	
CNR - ISPRA - ASI	15	parco archeologico Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	
CNR	16	parco archeologico di Siracusa	Siracusa	
CNR - ISPRA - ASI	17	parco archeologico sommerso di Baia	Baia	
ISPRA - CAMPI FLEGR - DISTAR - ASI	18	parco archeologico dei Campi Flegrei	Campi Flegrei	
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Antro		
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Crypta Romana;		
CAMPI FLEGR -DISTAR - ASI		Cavità artificiali minori dell'acropoli di Cuma e antiche strutture murarie connesse		
ISPRA - ASI	19	parco archeologico di Baratti e Populonia	Baratti e Populonia	
ISPRA - ASI	20	parco archeologico sommerso dell'antico Porto di Classe	Ravenna	
UNI PADOVA	21	Anfiteatro romano (arena) di Verona	Verona	
UNI PADOVA	22	Teatro romano di Verona	Verona	
UNI CAL	43	Parco Archeologico di Capo Colonna	Crotone	
UNI CAL	44	Colonna di Hera Lacinia e altri manufatti	Crotone	
CNR	26	arcipelago costiero delle Isole Eolie	Isole Eolie	
CNR	27	area marina dell'Isola di Capo Rizzuto	Isola Capo Rizzuto	
UNI CAL	45	area costiera tra Isola Capo Rizzuto e Crotone	Crotone	



In collaborazione con

CASI STUDIO

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CERI - ISPRA - ASI	23	Mura Aureliane	Roma	SISTEMI LINEARI
CERI - ISPRA - ASI	24	Via Francigena del sud	Roma	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	25	Mura urbane di Pisa	Pisa	
CNR	26	arcipelago costiero delle Isole Eolie	Isole Eolie	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
CNR	27	area marina dell'Isola di Capo Rizzuto	Isola Capo Rizzuto	
UNI CAL	45	area costiera tra Isola Capo Rizzuto e Crotone	Crotone	

In collaborazione con

CASI STUDIO

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CERI - CNR	28	torri e campanili della laguna di Venezia	Laguna di Venezia	TORRI E CAMPANILI
OPERA PRIMAZIALE PISANA	29	Torre di Pisa	Pisa	
UNI PADOVA	30	Torre dei Lamberti	Verona	
SR VENETO	31	Campanile S. Stefano	Venezia	
SR VENETO	32	Campanile S. Giorgio dei Greci	Venezia	
SR VENETO	33	Campanile di S. Francesco alla Vigna	Venezia	
SR VENETO	34	Campanile di S. Pietro di Castello	Venezia	
CERI	43	Torri di San Giminiano	San Giminiano	

In collaborazione con

CASI STUDIO

ENTI DI RICERCA		DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
CNR	35	Duomo di Firenze	Firenze	CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI
CNR	36	Cattedrale di Ferrara	Ferrara	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	37	Cattedrale di Santa Maria Assunta	Pisa	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	38	Battistero di San Giovanni	Pisa	
OPERA PRIMAZIALE PISANA	39	Museo dell'Opera del Duomo	Pisa	
UNI PADOVA	40	Castelvecchio	Verona	
UNI PADOVA	41	Arche Scaligere	Verona	

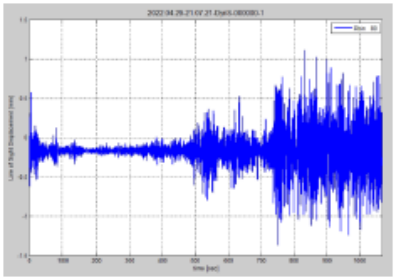
In collaborazione con

A. Centro di Ricerca (CERI) '*Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici*' Università '*La Sapienza*' di Roma

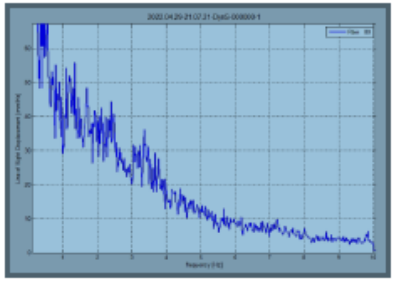
DENOMINAZIONE	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
centro storico di Ferrara	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
centro storico di Pisa	
centro storico di Padova	
centro storico di Rieti	
centro storico di Verona	
Mura Aureliane	SISTEMI LINEARI
Via Francigena del sud	
torri e campanili della laguna di Venezia	TORRI E CAMPANILI
Torri di San Giminiano	

Punto di vista della torre K13 della porta San Sebastiano con ubicazione dell'Rbin 80

Serie temporale di spostamento



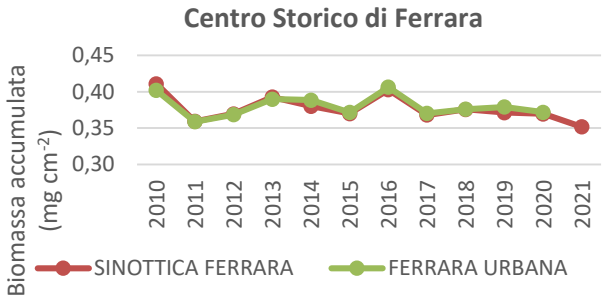
Spettro di frequenza



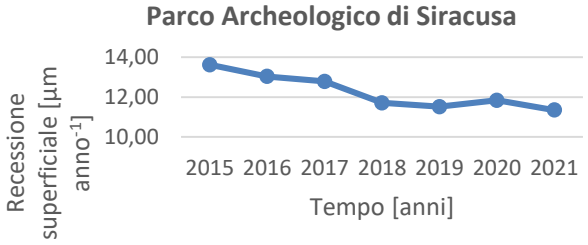
In collaborazione con

B. Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (CNR- ISAC)

MONITORAGGIO { in situ / satellitare

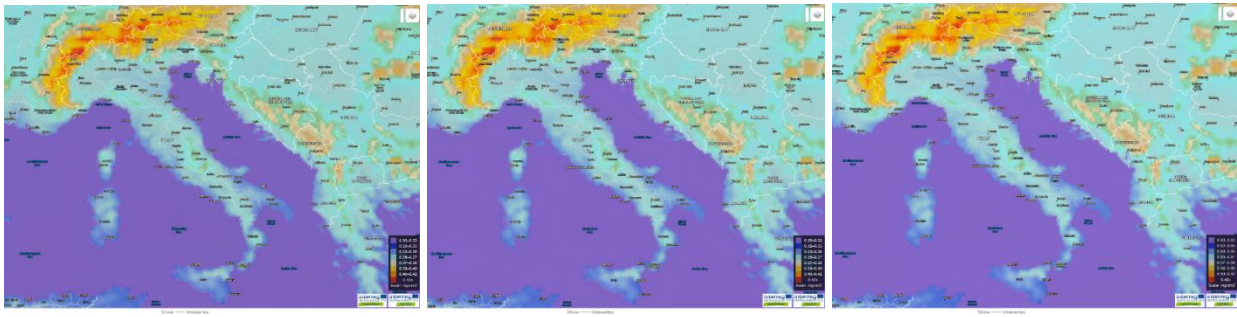


Biomassa accumulata calcolata con dati provenienti dalle centraline di monitoraggio



Recessione superficiale calcolata con dati provenienti dalle centraline di monitoraggio

CASI STUDIO			
	DENOMINAZIONE	LOCALITA'	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
6	centro storico di Ferrara	Ferrara	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
7	centro storico di Pisa	Pisa	
8	centro storico di Padova	Padova	
9	centro storico di Rieti	Rieti	
10	centro storico di Verona	Verona	
11	territorio urbano di competenza della SABAP	Venezia e Laguna	
12	territorio urbano di competenza della SABAP	provincie di Pisa e Livorno	
13	parco archeologico di Paestum	Paestum	MONUMENRTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
14	parco archeologico di Velia	Velia	
15	parco archeologico Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	
16	parco archeologico di Siracusa	Siracusa	
17	parco archeologico sommerso di Baia	Baia	
26	arcipelago costiero delle Isole Eolie	Isole Eolie	AREE MARINE
27	area marina dell'Isola di Capo Rizzuto	Isola Capo Rizzuto	
28	torri e campanili della laguna di Venezia	Laguna di Venezia	TORRI E CAMPANILI
35	Duomo di Firenze	Firenze	CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI
36	Cattedrale di Ferrara	Ferrara	



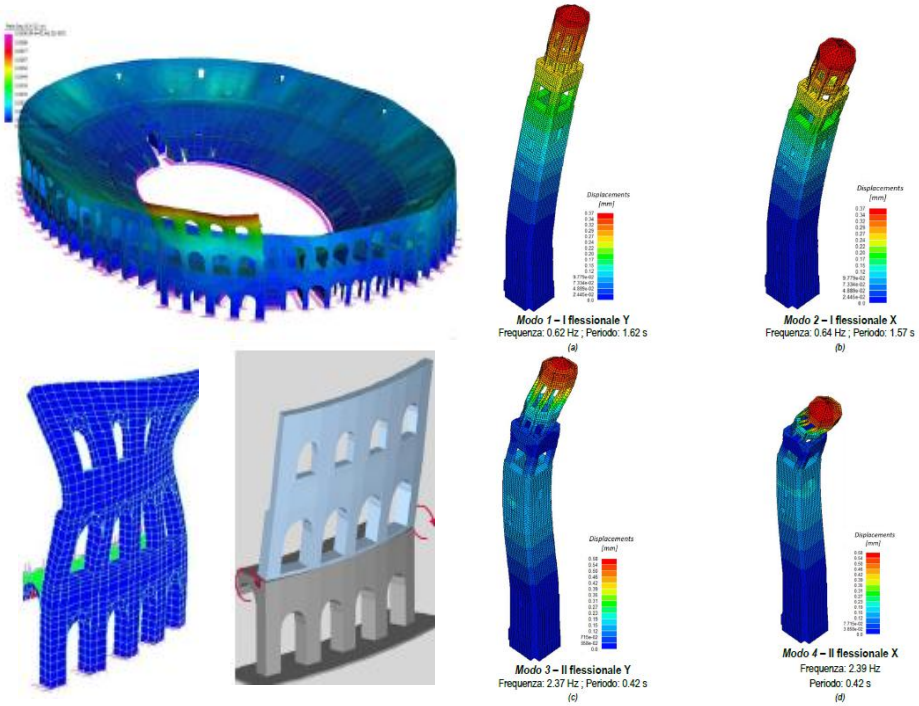
Mappe relative all'area del bacino del Mediterraneo della Biomassa accumulata per gli anni 2010, 2015 e 2020, tramite dati provenienti dal servizio C3S Copernicus

In collaborazione con

C. Università degli Studi di Padova - Dipartimento Di Geoscienze

CASI STUDIO	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
Torre dei Lamberti	TORRI E CAMPANILI
Anfiteatro romano (arena) di Verona	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
Teatro romano di Verona	
Castelvecchio	CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI
Cappella degli Scrovegni	
Arche Scaligere	

MONITORAGGIO { [in situ](#) [satellitare](#)

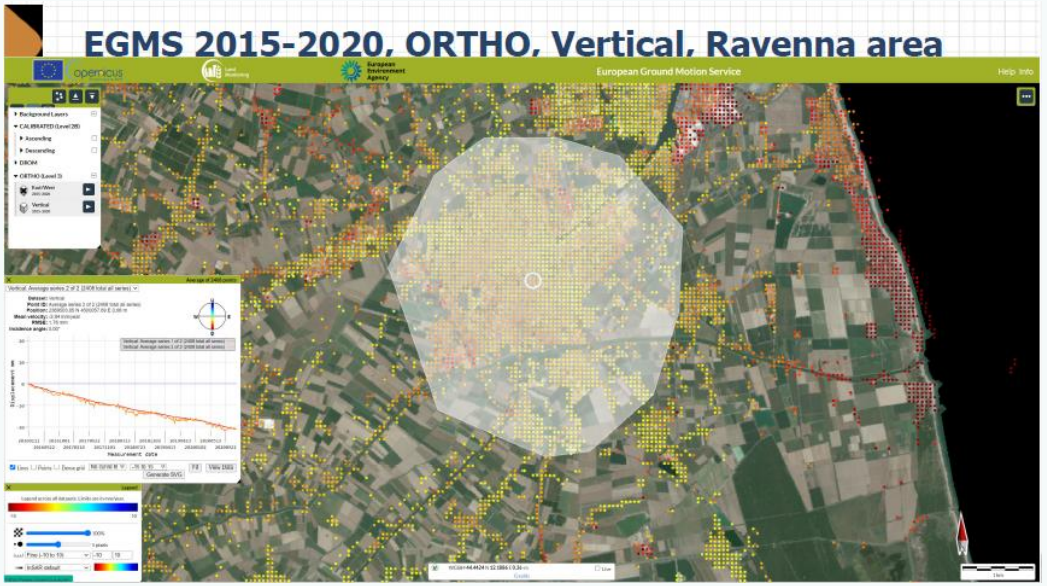


Analisi strutturale e modellazione numerica della Torre dei Lamberti e dell'Arena

In collaborazione con

D. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA

DENOMINAZIONE	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
centro storico di Pienza	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
borgo di Civita di Bagnoregio	
centro storico di Volterra	
centro storico di Ferrara	
centro storico di Pisa	
centro storico di Padova	
centro storico di Rieti	
centro storico di Verona	
territorio urbano di competenza della SABAP	
territorio urbano di competenza della SABAP	
parco archeologico di Paestum	MONUMENRTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
parco archeologico di Velia	
parco archeologico Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	
parco archeologico sommerso di Baia	
parco archeologico dei Campi Flegrei	
parco archeologico di Baratti e Populonia	
parco archeologico sommerso dell'antico Porto di Classe	
Mura Aureliane	SISTEMI LINEARI
Via Francigena del sud	



MONITORAGGIO { in situ / satellitare

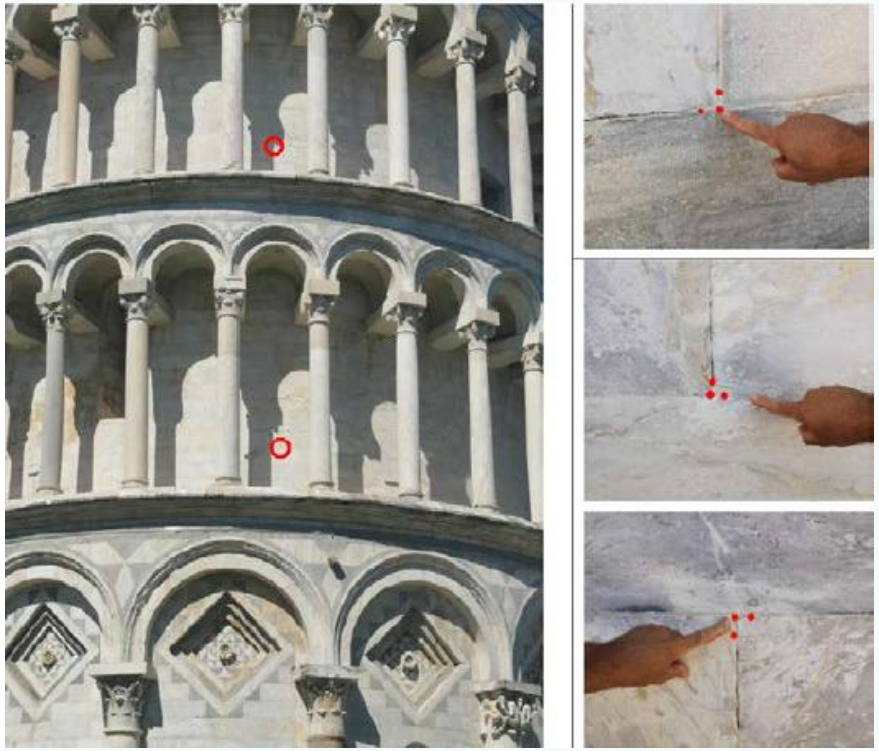
In collaborazione con

E. Opera della Primaziale Pisana – Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI) Università di Pisa

DENOMINAZIONE	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
Mura urbane di Pisa	SISTEMI LINEARI
Torre di Pisa	TORRI E CAMPANILI
Cattedrale di Santa Maria Assunta	CHIESE E COMPLESSI ARCHITETTONICI
Battistero di San Giovanni	
Museo dell'Opera del Duomo	

Accelerometro e nuovo carter di protezione installati lungo la Torre di Pisa

MONITORAGGIO { in situ / satellitare



Posizionamento dei prismi riflettenti lungo la Torre di Pisa

In collaborazione con

F. Cattedra UNESCO ‘Prevenzione e gestione sostenibile del rischio idrogeologico’ Università degli Studi di Firenze

	CASI STUDIO	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
	centro storico di Pienza	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
	borgo di Civita di Bagnoregio	
	centro storico di Orvieto	
	centro storico di Populonia	
	centro storico di Volterra	
	parco archeologico di Paestum	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI

MONITORAGGIO { in situ / satellitare

In collaborazione con

G. Sovrintendenza Capitolina

CASI STUDIO	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
Mura Aureliane	SISTEMI LINEARI

MONITORAGGIO { in situ / satellitare

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

H. Segretariato Regionale Veneto (MIC)

Campanile S. Giorgio Maggiore	Venezia	TORRI E CAMPANILI
Campanile S. Giorgio dei Greci	Venezia	
Campanile di S. Francesco alla Vigna	Venezia	
Torre di Porta Nuova	Venezia	
Palazzo Grimani	Venezia	
Palazzo Reale	Venezia	
Punta della Dogana	Venezia	
Campanile Santa Maria Gloriosa dei Frari	Venezia	

MONITORAGGIO { in situ / satellitare

In collaborazione con

I. Parco Archeologico Campi Flegrei – Dipartimento DISTAR Università degli Studi di Napoli Federico II

	CASI STUDIO - BANCO TUFACEO ACROPOLI DI CUMA	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
	Antro	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
	Crypta Romana	
	Cavità artificiali minori dell'acropoli di Cuma e antiche strutture murarie connesse	

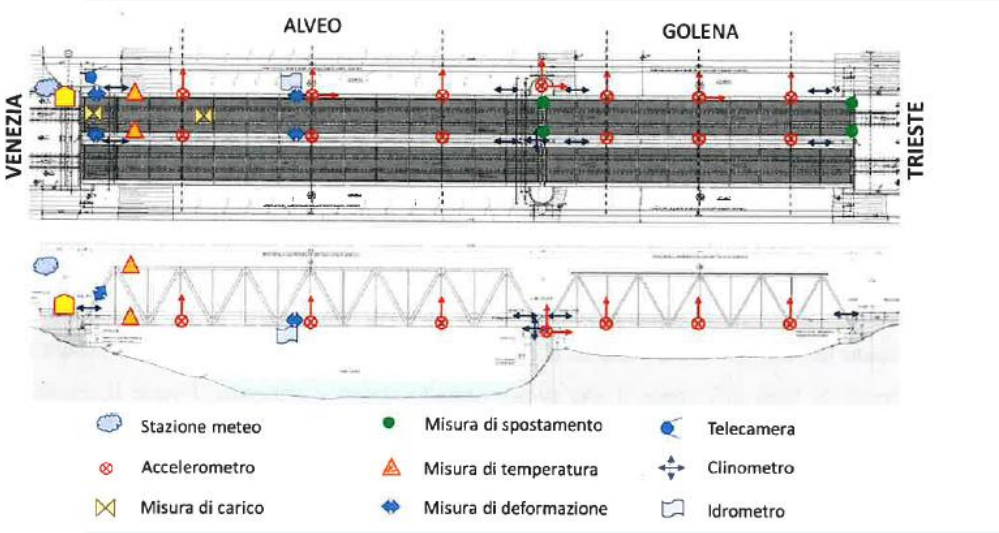
MONITORAGGIO { in situ / satellitare

In collaborazione con

J. RFI – Reti Ferroviarie Italiane

	CASI STUDIO	CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA
	Ponte Livenza	PONTI

MONITORAGGIO { in situ / satellitare



In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

K. UNICAL – DR Musei Calabria

MONITORAGGIO { in situ / satellitare

Parco Archeologico di Capo Colonna	Crotone	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
Colonna di Hera Lacinia e altri manufatti	Crotone	

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

L. ASI – Agenzia Spaziale Italiana

	CASI STUDIO	CLASS. TIPOLOGICA
	centro storico di Pienza	CENTRI STORICI ED AMBITI URBANI
	borgo di Civita di Bagnoregio	
	centro storico di Volterra	
	centro storico di Ferrara	
	centro storico di Pisa	
	centro storico di Padova	
	centro storico di Rieti	
	centro storico di Verona	
	territorio urbano di competenza della SABAP	
	territorio urbano di competenza della SABAP	
	parco archeologico di Paestum	MONUMENTI E PARCHI ARCHEOLOGICI
	parco archeologico di Velia	
	parco archeologico Morgantina e Villa Romana del Casale di Piazza Armerina	
	parco archeologico sommerso di Baia	
	parco archeologico dei Campi Flegrei	
	parco archeologico di Baratti e Populonia	
	parco archeologico sommerso dell'antico Porto di Classe	
	Mura Aureliane	SISTEMI LINEARI
	Via Francigena del sud	

SINTESI ATTIVITÀ

- Fornire, a titolo gratuito, al MiC e/o agli enti firmatari di specifiche convenzioni/accordi i dati acquisiti dalla Costellazione satellitare di Osservazione della Terra COSMO-SkyMed relativamente sia ai siti già inseriti nell'ambito del *Piano di monitoraggio*;
- Individuare un'area pilota con beni lineari (es. vie sacre e/o di pellegrinaggio, acquedotti, cinte murarie) su cui testare una analisi satellitare in banda L;
- Collaborare allo sviluppo delle singole fasi di lavoro:

  - Integrazione tecnologie di monitoraggio diverse e calibrazione monitoraggio satellitare;
  - Realizzazione cruscotto informatico sviluppo di strumenti a supporto delle decisioni;
  - Programmazione piano di monitoraggio integrato da satellite con quello strumentale in situ.

In collaborazione con

5. Schedature della vulnerabilità dei beni immobili architettonici e archeologici oggetto di monitoraggio

Procedura di gara aperta - con Invitalia S.p.a Centrale di Committenza - per l'affidamento del "*Servizio di schedatura della vulnerabilità dei beni architettonici e archeologici nel sistema informativo territoriale della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale Italiano*"

Campagne regionali di schedatura (n. 10 lotti individuati su base regionale: circa 4500 beni)

REGIONI		TOT. BENI	chiese	campanili	torri	monasteri/conventi
ABRUZZO	(lotto 1)	78	64	3	4	7
CAMPANIA	(lotto 2)	516	379	23	19	95
EMILIA ROMAGNA	(lotto 8 - 9)	700	446	56	54	144
LAZIO	(lotto 1)	502	256	43	72	131
LIGURIA	(lotto 10)	327	223	20	41	43
LOMBARDIA	(lotto 7)	335	202	23	45	65
MARCHE	(lotto 5)	481	357	19	53	52
PIEMONTE	(lotto 7)	84	55	7	7	15
TOSCANA	(lotto 3)	505	339	20	56	90
UMBRIA	(lotto 4)	500	377	28	38	57
VENETO	(lotto 6)	466	292	68	22	84

Settembre 2024

conclusione servizio

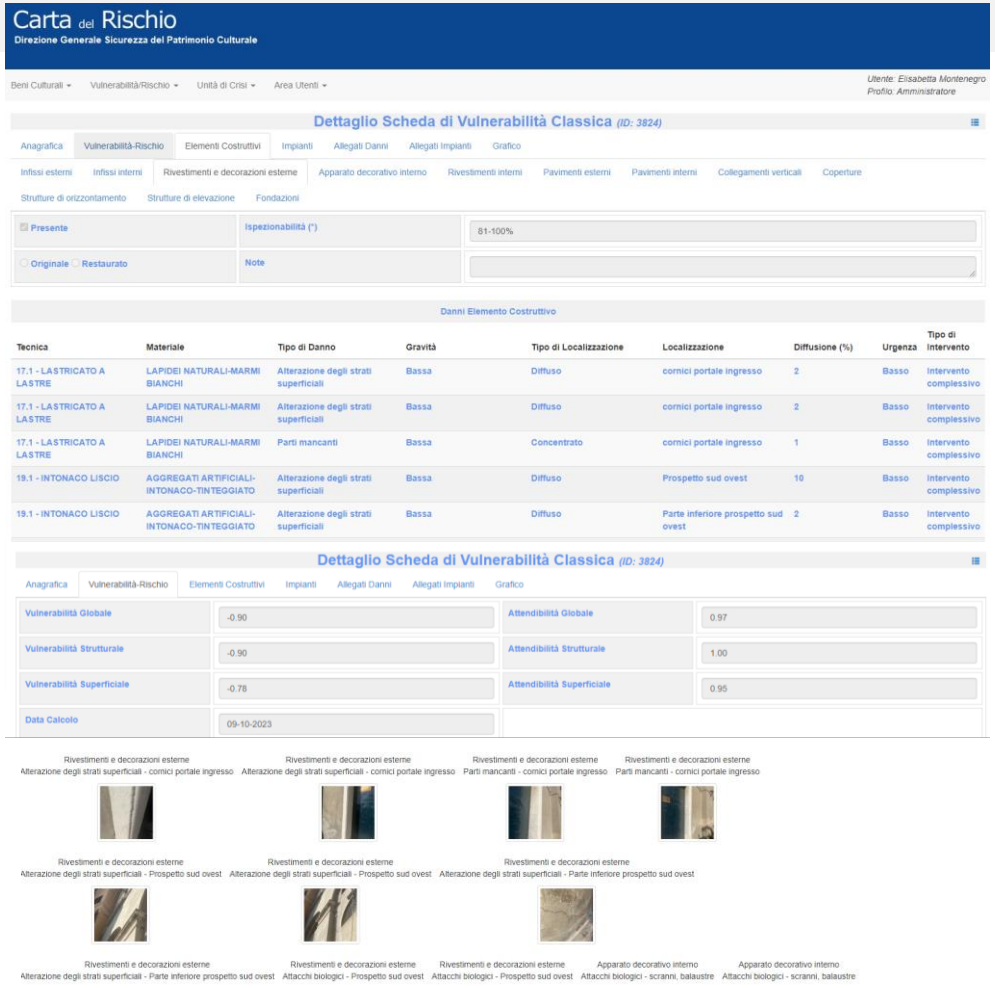
In collaborazione con

5. Schedature della vulnerabilità dei beni immobili architettonici e archeologici oggetto di monitoraggio

L'attività di schedatura mira in particolar modo a **rilevare il**

LIVELLO DI 'VULNERABILITÀ MATERICO-AMBIENTALE'

dei beni indagati, connesso al degrado materico e superficiale indotto dall'esposizione diretta ai fattori ambientali e atmosferici di sito.



In collaborazione con

6. Realizzazione cruscotto informatico per lo sviluppo di strumenti a supporto alle decisioni, la gestione dei dati e l'interoperabilità tra i sistemi

7. Adeguamento delle strutture informatiche esistenti e acquisto di quelle necessarie alla gestione territoriale

9. Aggiornamento della piattaforma Carta del Rischio e interoperabilità con SecurArt

È stato avviato un progetto di **implementazione di un sistema informativo integrale**

'Portale della Sicurezza del Patrimonio Culturale'

che ingloberà le funzionalità dei sistemi informativi attualmente in uso presso la Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio Culturale

- ✓ ***Carta del Rischio***
- ✓ ***SecurArt***

amplierà le potenzialità in relazione ai risultati attesi dalle sperimentazioni condotte all'interno del *Piano di Monitoraggio*

In collaborazione con

Ingegneria al servizio del monitoraggio conservativo nei Campi Flegrei

Castello di Baia, 21 febbraio 2025

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Claudia Cenci, Elisabetta Montenegro
Ufficio del Soprintendente Speciale per le aree colpite dal sisma del 24 Agosto 2016

In collaborazione con