27 luglio 2026

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

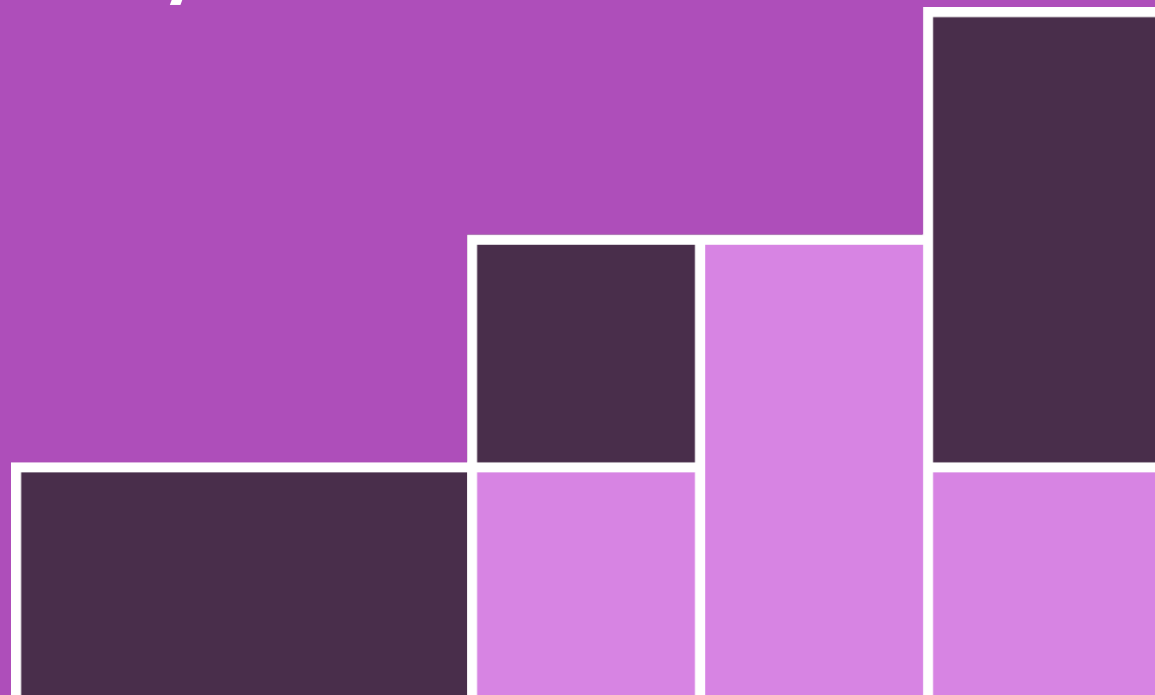
MINISTERO DELLA CULTURA

DIGITAL LIBRARY
Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale

Ecomic ecosistema digitale per la cultura

DPaaS Piattaforma data product as a service

Dati di Vibrazioni mediante Power Spectral Density (PSD)



Obiettivi del Data Product

Fornire una base dati dinamica e metrologica standardizzata per l'analisi continua delle vibrazioni mediante Power Spectral Density (PSD) e il monitoraggio nel tempo della risposta dinamica e dell'integrità strutturale della Parete Nord delle Terme Femminili di Pompei.



A chi si rivolge il Data Product

Archeologi e Restauratori

Per la consultazione dello storico conservativo e la verifica dello stato di integrità delle superfici pittoriche e murarie

Ingegneri esperti di diagnostica

Per l'analisi quantitativa e dimensionale dei cinematica fessurativi su base metrica

Piattaforme e sistemi terzi

Per l'interoperabilità e il consumo automatico dei flussi dati, delle geometrie e dei metadati dimensionali tramite API RESTful;

Università e Istituti di ricerca

Per studi comparativi sui materiali e sulle patologie di degrado tipiche delle strutture di epoca romana.

Origine dei Dati

Dati triassiali da accelerometri e sensori di temperatura e umidità alle Terme Femminili di Pompei



Fonti Selezionate

- 4 Accelerometri Triassiali: Nodi di misura fisici (seriali A87A75, D0B23B, 70DC75, 685644) su Parete Nord.
- Telemetria Ausiliaria: Sensori sincroni di temperatura (°C), umidità relativa (% RH) e inclinazione biassiale (deg).



Volumi e frequenze

- Frequenza di Campionamento: Fissa a 250 Hz
- Generazione Continua: 12 file CSV/minuto (4 sensori × 3 assi X,Y,Z)
- Volume Indicativo: ~40 MB/ora di flusso continuo di campo;



Standard di Acquisizione

- Nomenclatura Standard: Sintassi di campo univoca [ID]_OMA_[ASSE]_[YYYYMMDD]_[HHMMSS].CSV.
- Timestamp: riconciliazione temporale al minuto logico (secondi "00") per sincronia di fase.

Tecnologie utilizzate

L’architettura del Data Product integra componenti dedicati all'acquisizione dei dati e alla gestione e persistenza dei dati. Le diverse tecnologie supportano l’intero processo, dall’acquisizione dei materiali sorgente fino alla gestione e all’esposizione del dataset elaborato.

Componenti principali

Sistemi di acquisizione dati inclinazione pareti

Sensori MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) ad alta precisione con 3 assi cartesiani indipendenti (X, Y, Z) per la misura accurata delle vibrazioni e delle accelerazioni sui tre assi

Sensori IoT di temperatura e umidità

Acquisizione continua di serie temporali dei valori di temperatura e umidità

FastAPI / WSDP

Framework per l’esposizione delle API REST e l’accesso programmatico alle risorse del Data Product.

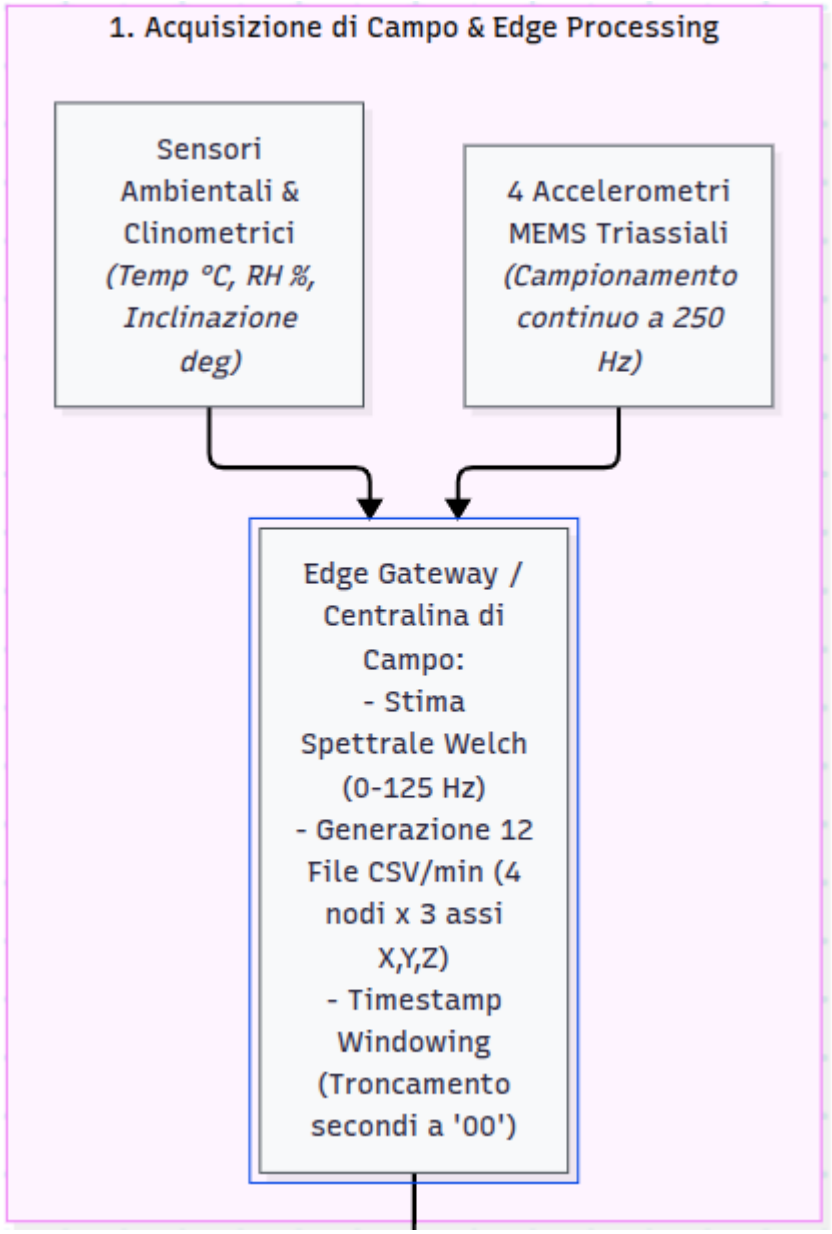
S3

Storage a oggetti per la gestione dei dati sorgente e degli output del dataset elaborato.

PostgreSQL

Database relazionale per la gestione di metadati, log e informazioni strutturate.

Pipeline **Acquisizione** dati



Pipeline **Elaborazone** dati

Calcolo Spettro Risultante per Sensore:
PSD_i = PSD_ix + PSD_iy + PSD_iz

↓

Composizione Vettore Globale:
PSD_global = [PSD_1, PSD_2, PSD_3, PSD_4]

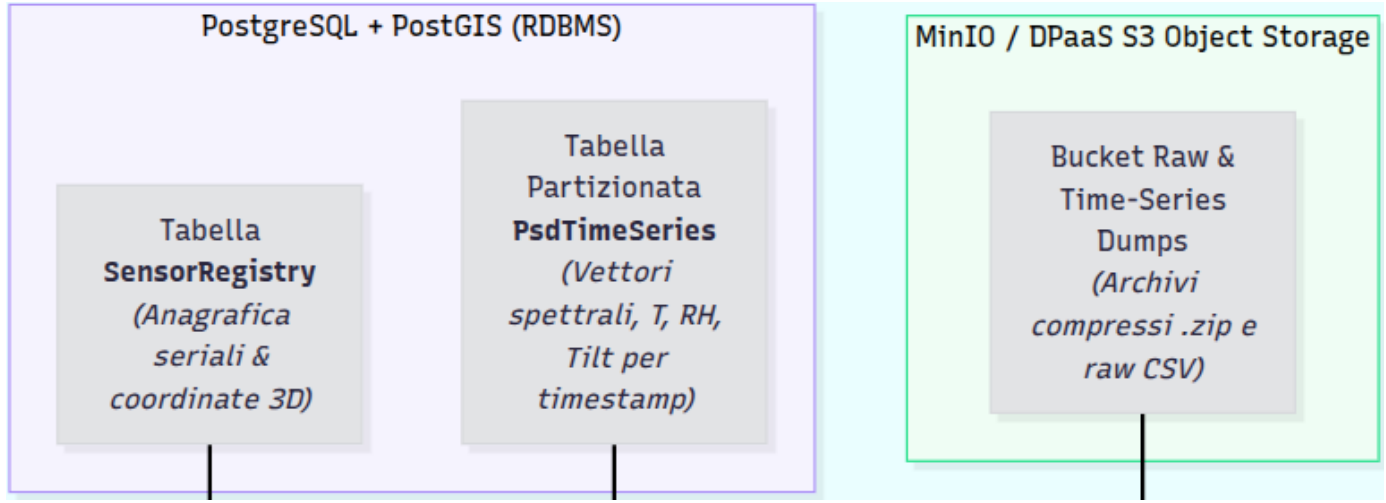
↓

Filtraggio Range Frequenziale
(Standard: 0.0 - 125.0 Hz)

↓

Correlazione Topografica & Ambientale:
- Mappatura ID Sensore / Coordinate spaziali
- Accoppiamento sincrono T, RH, Tilt

Pipeline **Persistenza**



Output Data Product



Serie storiche PSD

Generazione degli spettri

I vettori di densità spettrale PSD vengono elaborati dai sensori originariamente separati lungo i tre assi cartesiani (X, Y, Z) per ciascun sensore



Archiviazione su file

Convenzione e denominazione files

Per ogni istante temporale e per ciascun sensore vengono generati 3 file distinti (uno per asse):

- [CODICESENSORE]_OMA_X_[YYYYMMDD]_[HHMMSS].CSV
- [CODICESENSORE]_OMA_Y_[YYYYMMDD]_[HHMMSS].CSV
- [CODICESENSORE]_OMA_Z_[YYYYMMDD]_[HHMMSS].CSV
- [CODICESENSORE]_RAW_X_20260616_103000.RAW
- [CODICESENSORE]_RAW_Y_20260616_103000.RAW
- [CODICESENSORE]_RAW_Z_20260616_103000.RAW



Struttura dati

Dati PSD

Ciascun file contiene coppie di valori separati da virgola:

[frequenza, valore_PSD]

Ad esempio:

0.0000, 2.436888e-10

0.0153, 1.036824e-08

...

124.9847, 1.099876e-09

Modalità di fruizione del DP

Il Data Product rende disponibili dati e contenuti attraverso due modalità di accesso:

- il download del dataset, che consente di consultare e riutilizzare direttamente i dati e i contenuti elaborati;
- l'accesso tramite API REST, che permette di interrogare le risorse del Data Product attraverso il Web Service del Data Product (WSDP) e di integrarle in applicazioni e sistemi esterni.



Download



API RESTful

Possibili evoluzioni future



Integrazione di nuove fonti sensoriali e telemetria eterogenea

Aggiunta di nuovi sensori come fessurimetri digitali di spostamento relativo LVDT (Linear Variable Differential Transformer) e tiltimetri



Estensione della rete sensoriale alle altre sale termali

Creazione di un archivio diagnostico uniforme e comparabile su scala urbana per l'intero sito archeologico, favorendo analisi statistiche sulle tecniche costruttive romane



Filtraggio adattivo del rumore antropico e sismico

Sviluppo di moduli di filtraggio avanzato dei dati degli accelerometri in grado di disaccoppiare sistematicamente il rumore ad alta frequenza indotto dai flussi turistici o dai cantieri di restauro dalle vibrazioni a bassa frequenza associate alla dinamica globale dell'edificio.

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU
MINISTERO DELLA CULTURA
DIGITAL LIBRARY
Istituto centrale per la digitalizzazione del patrimonio culturale
Ecomic ecosistema digitale per la cultura
DPaaS Piattaforma data product as a service

Grazie

