

## Monitoraggio delle opere idrauliche Esempi applicativi

*Ing. Taddeo Maria Fenoglio*  
*gd test srl*



GD Test S.r.l. è una società con sede a Torino specializzata nei servizi in ambito geotecnico, geomeccanico, ambientale e dell'ingegneria civile a supporto della progettazione e realizzazione di grandi opere di georingegneria.



Prove e analisi di laboratorio  
(rocce e terre)



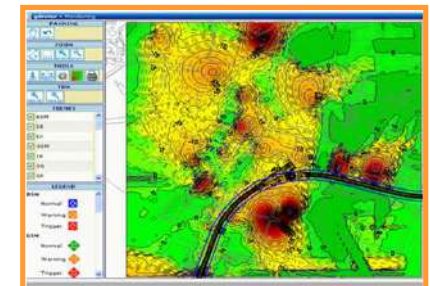
Prove, indagini e rilievi in  
sito



Monitoraggi geotecnici,  
strutturali e ambientali

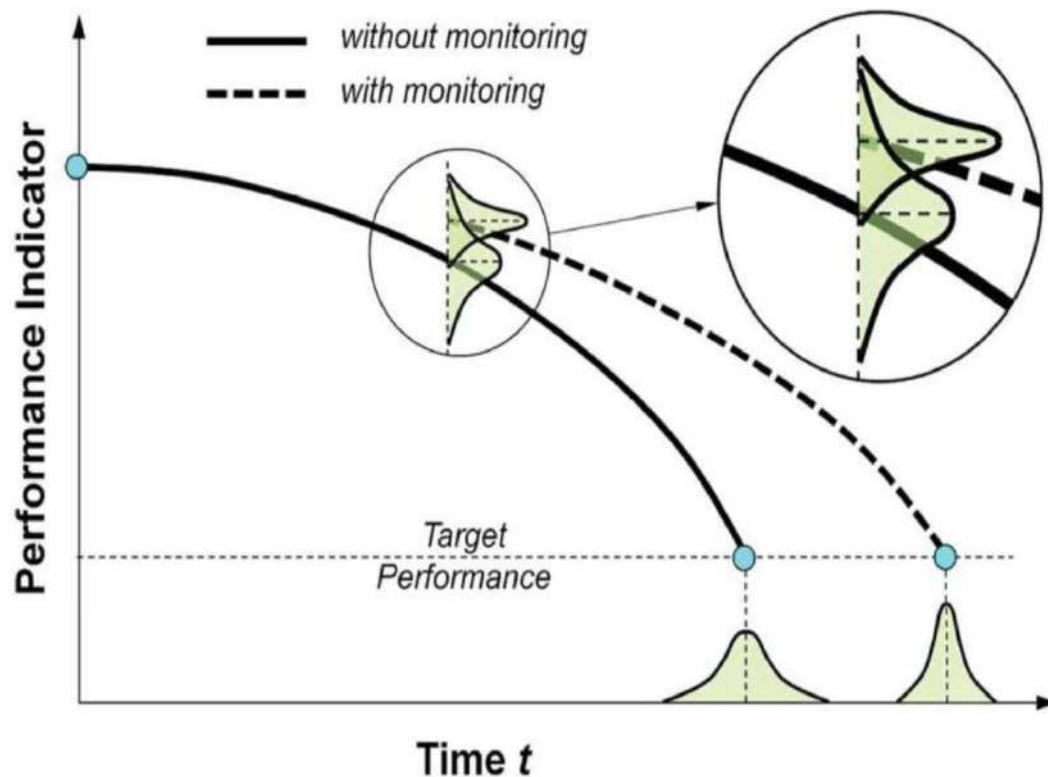


IT, applicazioni WEB-GIS,  
sviluppo HW/SW



## Di cosa parliamo oggi

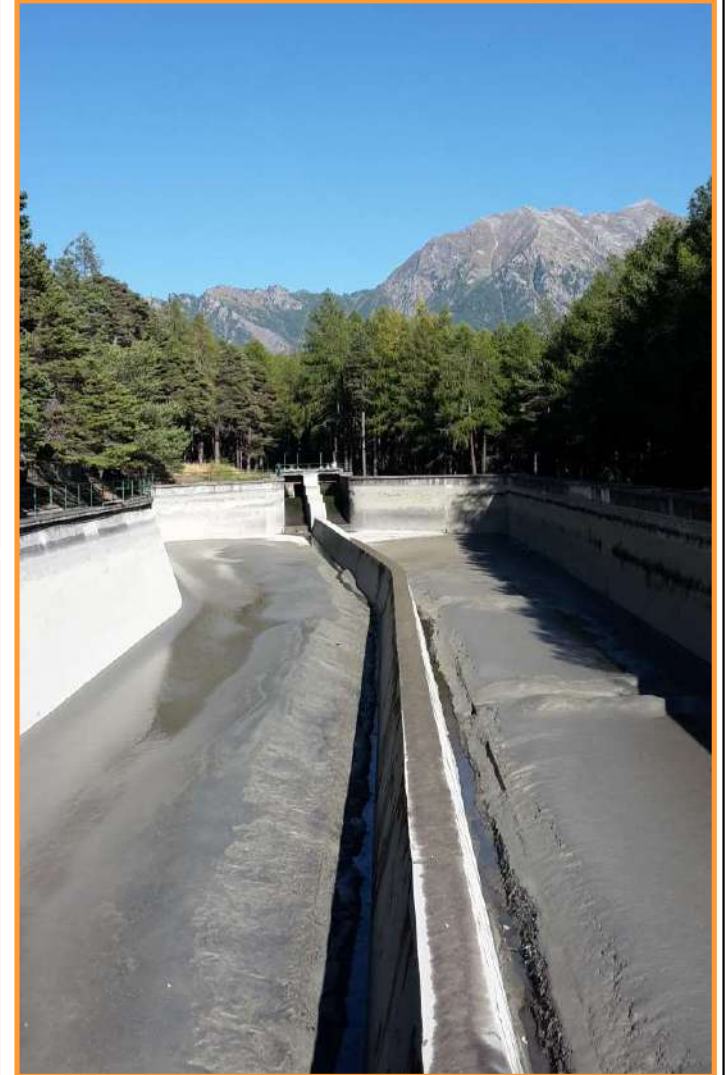
Per beneficiare del «**bene-comune-acqua**» dal punto di vista nutrizionale, sanitario, industriale ed energetico è necessario captarlo, contenerlo, guidarlo, interromperlo. Per queste ragioni si progettano, realizzano e gestiscono le **opere idrauliche**.



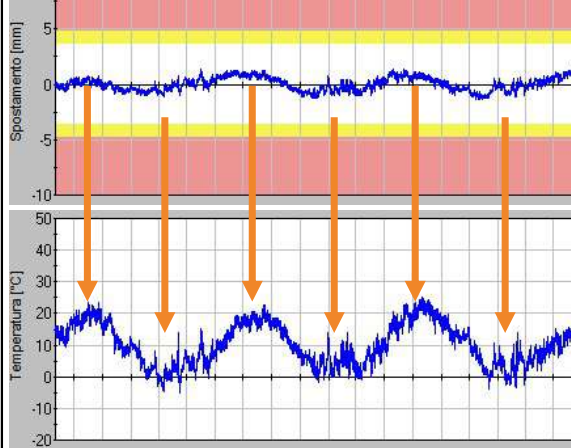
**Opere idrauliche:** strutture realizzate per gestire il naturale flusso dell'acqua per scopi energetici, industriali, agrosilvopastorali, sanitari e di protezione del territorio.

Come tutte le opere, anche quelle idrauliche hanno bisogno di essere monitorate in tutte le fasi della loro vita utile (costruzione, esercizio, demolizione/riconversione).

# Monitoraggio di vasche di raccolta – Misure di apertura di fessure e/o giunti

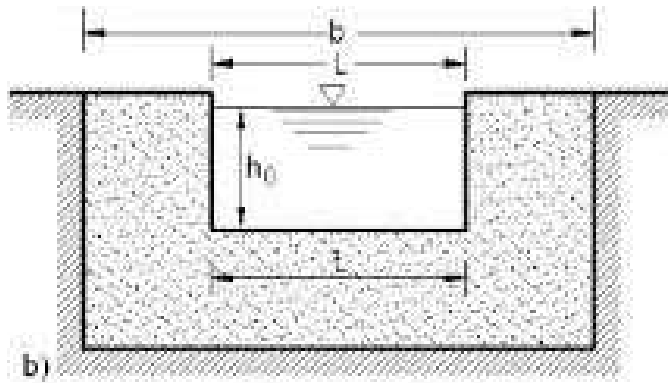


Attenzione alle variabili ambientali:

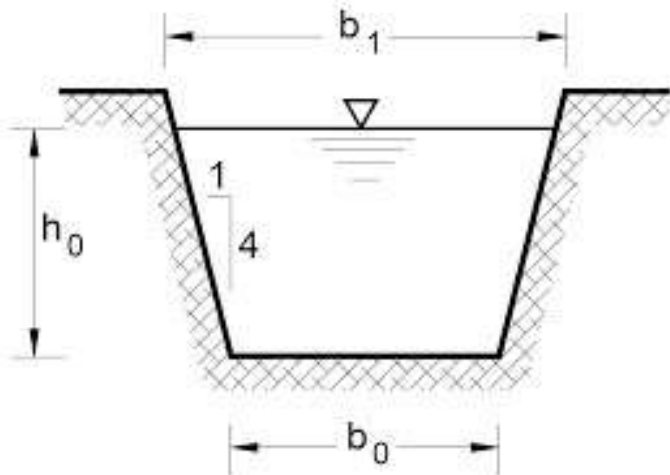


# Monitoraggio di vasche di raccolta – Misure di portata di perdite

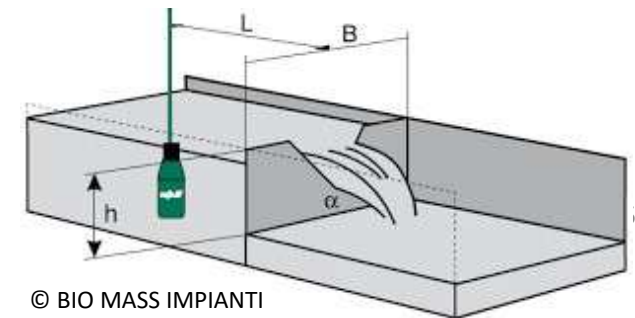
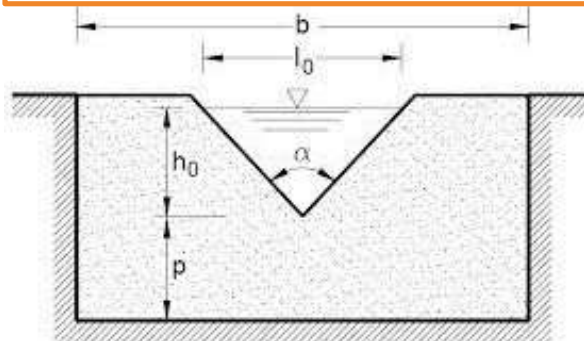
## Stramazzo Bazin



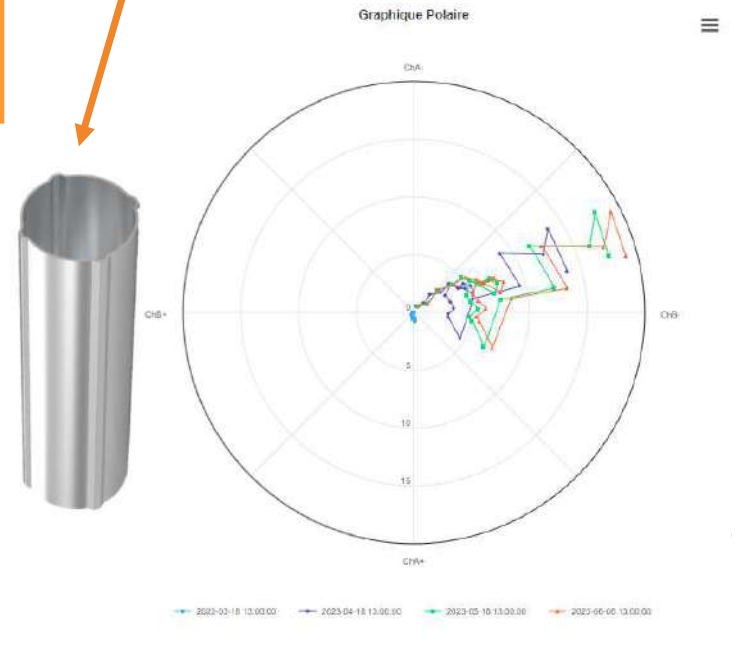
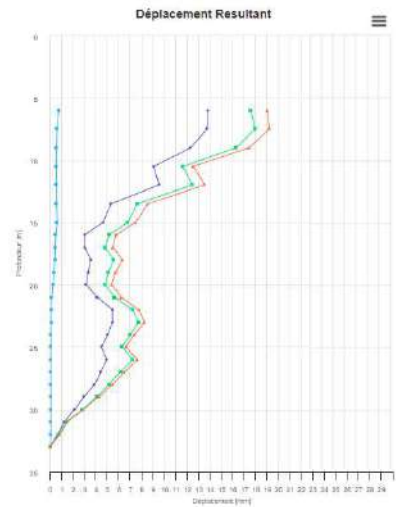
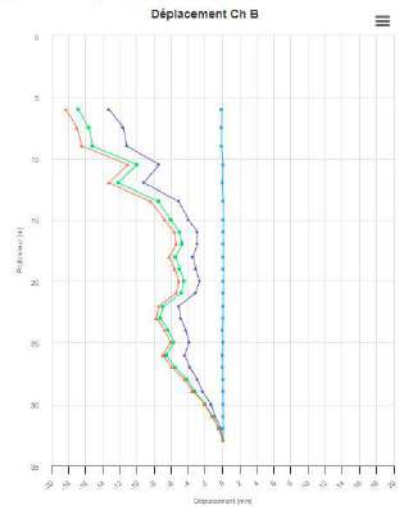
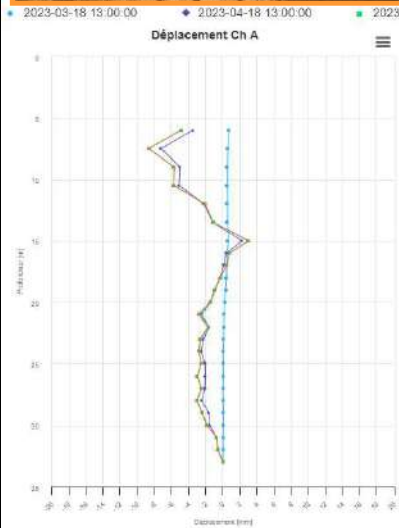
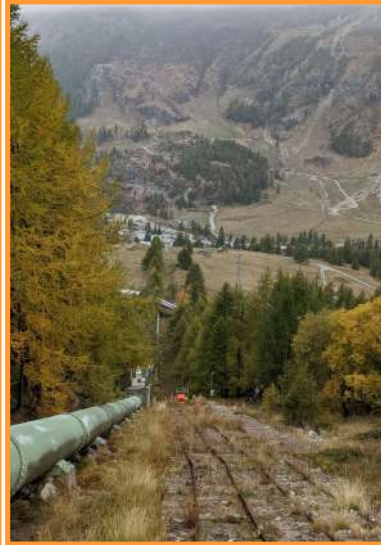
## Stramazzo Cipolletti



## Stramazzo triangolare in parete sottile



# Monitoraggio di condotte idrauliche – Misure inclinometriche



## Monitoraggio di dighe – Misure inclinometriche



2020

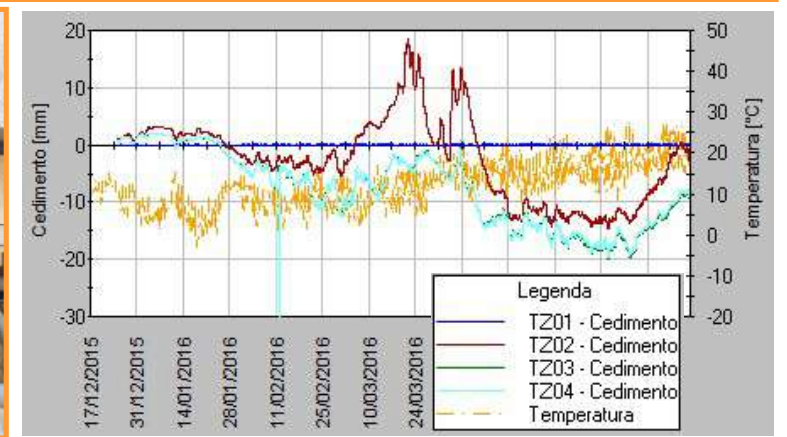
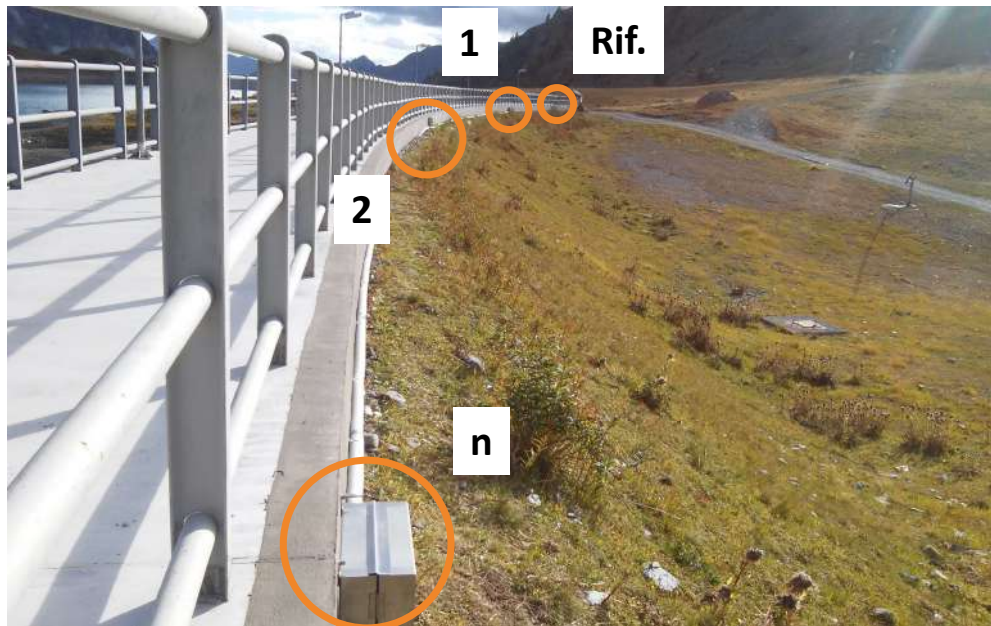


2022



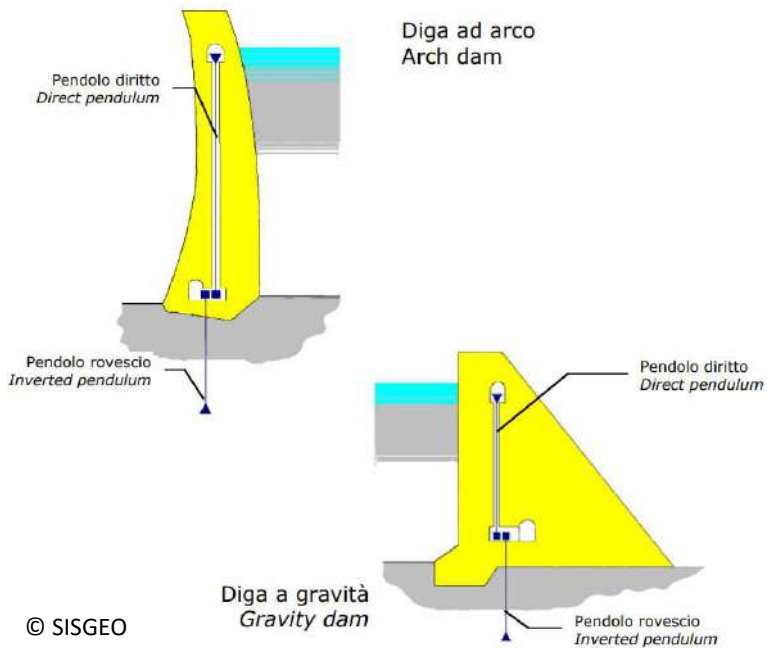
Le deformazioni registrate dalle misure inclinometriche possono essere correlate ai cambiamenti del livello idrico all'interno degli invasi. Per questa ragione è sempre importante relazionare il monitoraggio strutturale con i dati meteorologici e quelli di produzione degli impianti idroelettrici.

# Monitoraggio di dighe – Misure di cedimenti

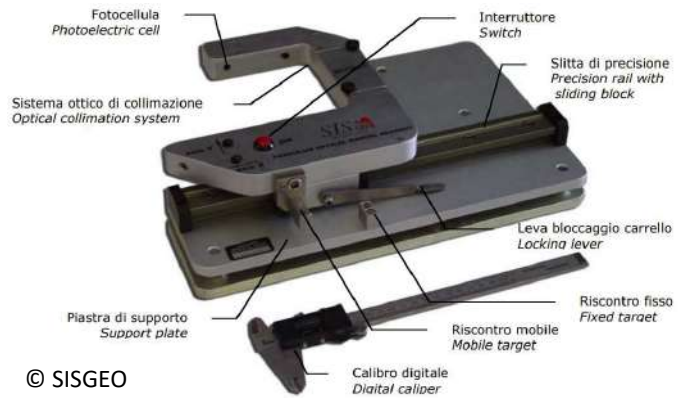




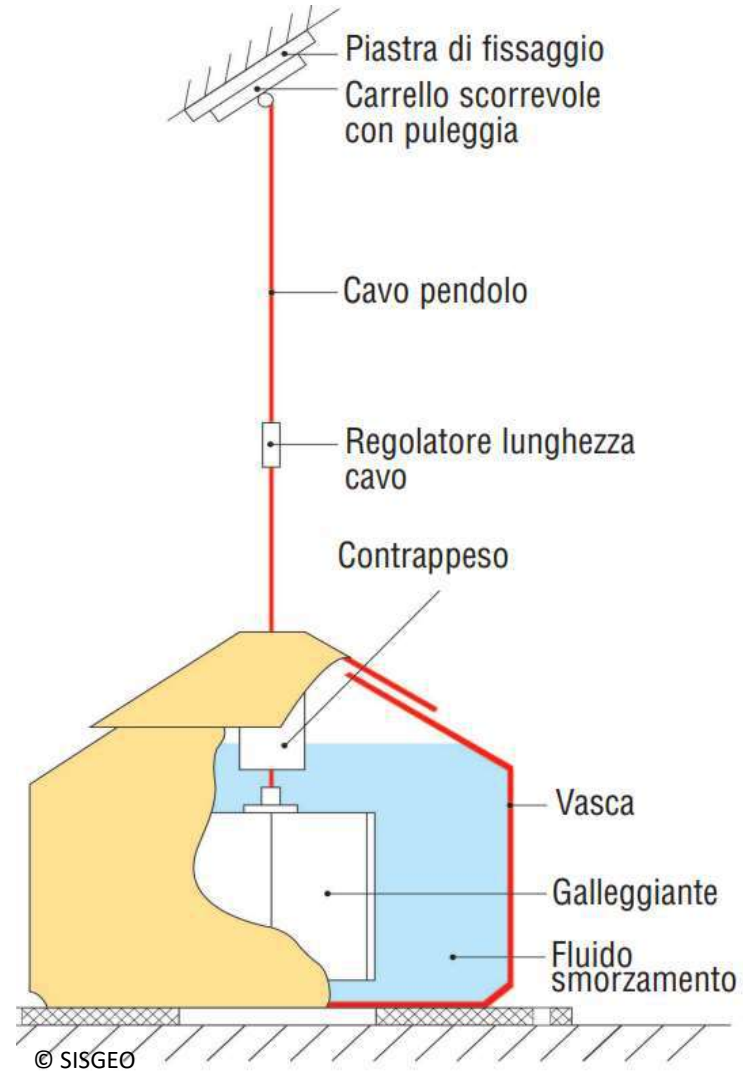
# Monitoraggio di dighe – Misure movimenti orizzontali



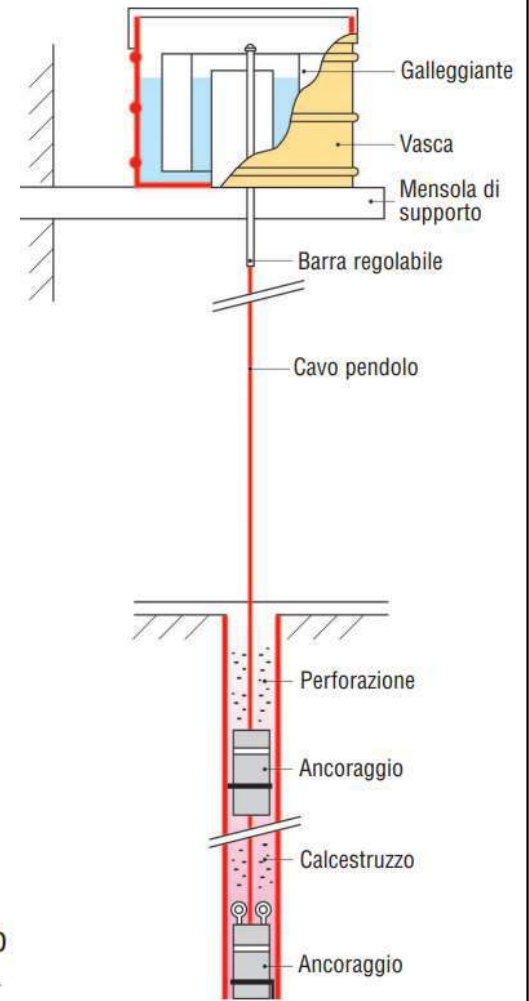
© SISGEO



© SISGEO



© SISGEO



© SISGEO

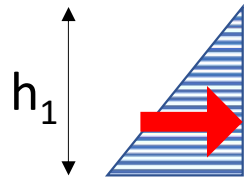
# Monitoraggio di dighe – Misure movimenti orizzontali



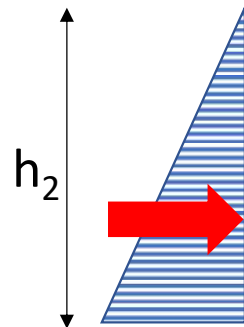
$t=t_0$   
 $p_0 = \rho g h_0$

$h_0 = 0$

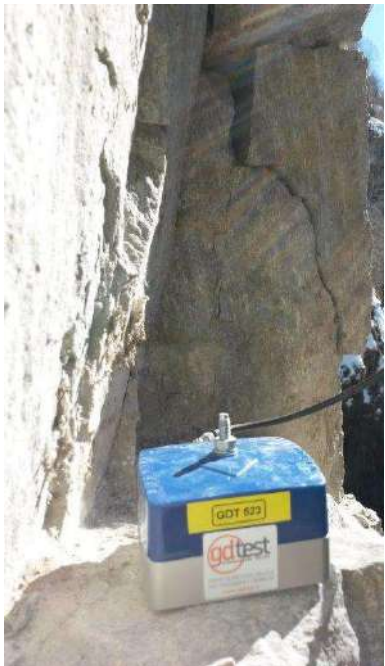
$t=t_1$   
 $p_1 = \rho g h_1$



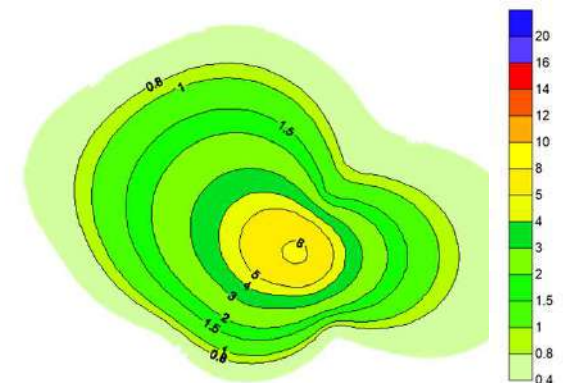
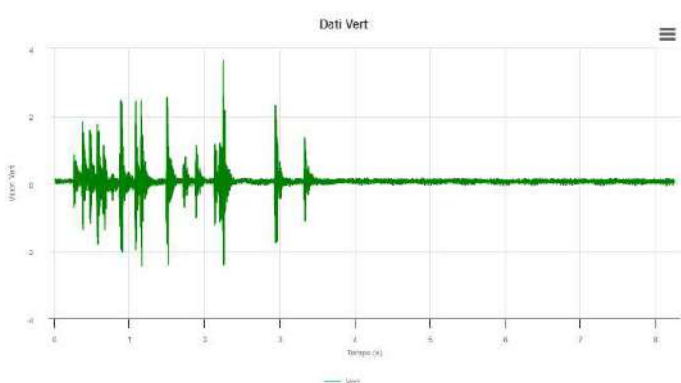
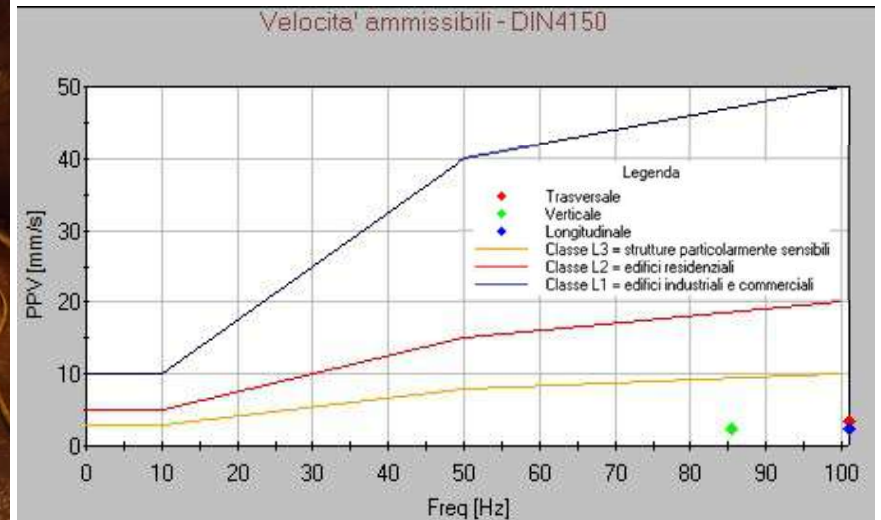
$t=t_2$   
 $p_2 = \rho g h_2$



# Monitoraggio di dighe – Misure di vibrazioni



Gli effetti indotti dalle vibrazioni sui manufatti dipendono sia dall'intensità che dalla frequenza



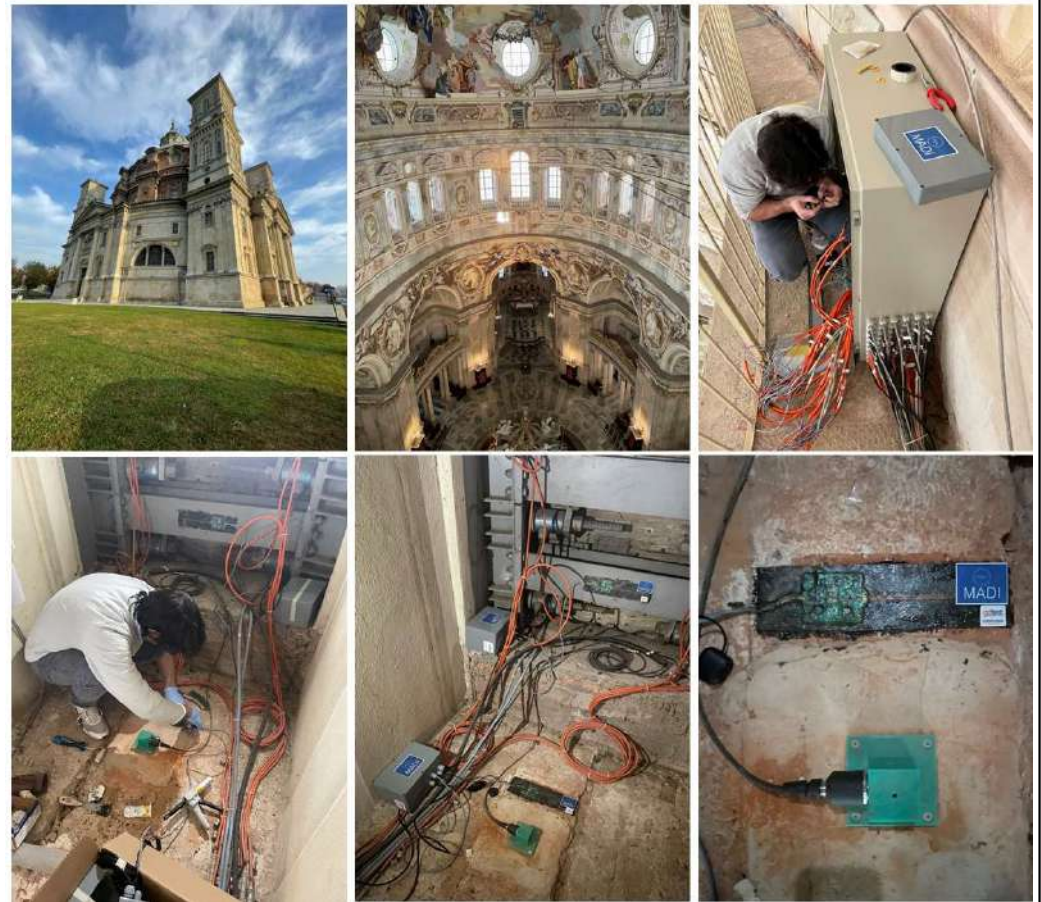
# Recenti innovazioni in gdtest : il progetto MADI



Il Progetto MADI (concluso a nov. 2022) ha riguardato la realizzazione di un sistema di monitoraggio automatico wireless di edifici, infrastrutture viarie, industriali ed opere idrauliche, basato su reti di sensori multifunzione.

Il sistema è basato su reti di sensori multifunzione integrati in una base tessile di materiale composito facilmente applicabile sulle superfici degli elementi strutturali da monitorare. I sensori sono dotati di caratteristiche innovative che consentono di misurare grandezze fisiche in campo dinamico acquisendo elevata quantità di dati.

Fasi di installazione nel sito di test presso la Basilica della Natività di Maria Santissima a Vicoforte (CN)



## Partner:



## Stakeholder indiretti:



## OdR:



DISEG  
PoliTO

# Recenti innovazioni in gctest : il progetto MADI



Il sistema è gestito da una piattaforma informatica web-GIS interamente sviluppata da gdtest che consente l'acquisizione e l'elaborazione dei dati (analisi modale automatica).

Strumenti per l'analisi modale automatica (FDD vs SSI)

**Frequenze Modali**

[3] - FDD - Modi 7 - Sensori 3 - SELF\_TEST\_1 - 14/09/2022 13:00:00

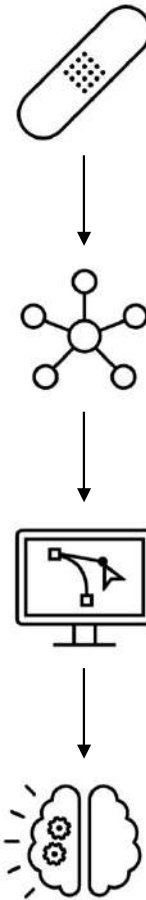
Modo	f [Hz]	Damp [%]
1	9.2731	0.0546
2	20.1092	0.0017
3	24.8414	0.0038
4	26.2786	0.0160
5	27.9081	0.0034
6	29.5399	0.0025
7	49.4101	0.0100

**Coordinate Modali**

[3] - FDD - Modi 7 - Sensori 3 - SELF\_TEST\_1 - 14/09/2022 13:00:00

Modo	f [Hz]	Damp [%]	MADI-A - dx	dy	dz	MADI-B - dx	dy	dz	MADI-C - dx	dy	dz
1	9.2731	0.0546	-0.1848	0.0004	-0.0717	1	0.028	0.0368	0.1510	-0.014	0.0337
2	20.1092	0.0017	-0.0232	0.005	-0.0005	1	-0.0533	-0.0023	0.0045	0.0008	-0.0055
3	24.8414	0.0038	-0.0562	0.0314	0.1739	-0.062	-0.3204	-1	0.0176	0.0093	0.0091
4	26.2786	0.016	-1	0.0863	0.2647	-0.0742	0.0296	0.1147	-0.0807	-0.0245	-0.1692
5	27.9081	0.0034	-0.0657	0.0169	0.2119	-0.0712	0.0515	1	-0.0826	0.0219	0.2418
6	29.5399	0.0025	-0.0271	0.0069	0.1944	0.1159	-0.0356	-1	0.0003	-0.0087	-0.03
7	49.4101	0.01	-1	-0.0166	0.0366	0.0002	-0.0017	-0.001	-0.0071	-0.0008	0.0104



Strumenti per l'analisi modale automatica (linearità e matrici MAC)

**LINEARITA'**

Frequenze Modi Analisi A (FDD - YONGE\_H1\_FDD\_1-dx) vs Frequenze Modi Analisi B (FDD - YONGE\_H1\_FDD\_1-cx)

Coefficiente Angolare Regressione Lineare = 0.97 - R^2 = 1

**LINEARITA'**

Frequenze Modi Analisi A (SSI - IL1\_SSI\_1) vs Frequenze Modi Analisi B (FDD - IL1\_FDD\_1)

Coefficiente Angolare Regressione Lineare = 0.97 - R^2 = 0.9930770360155

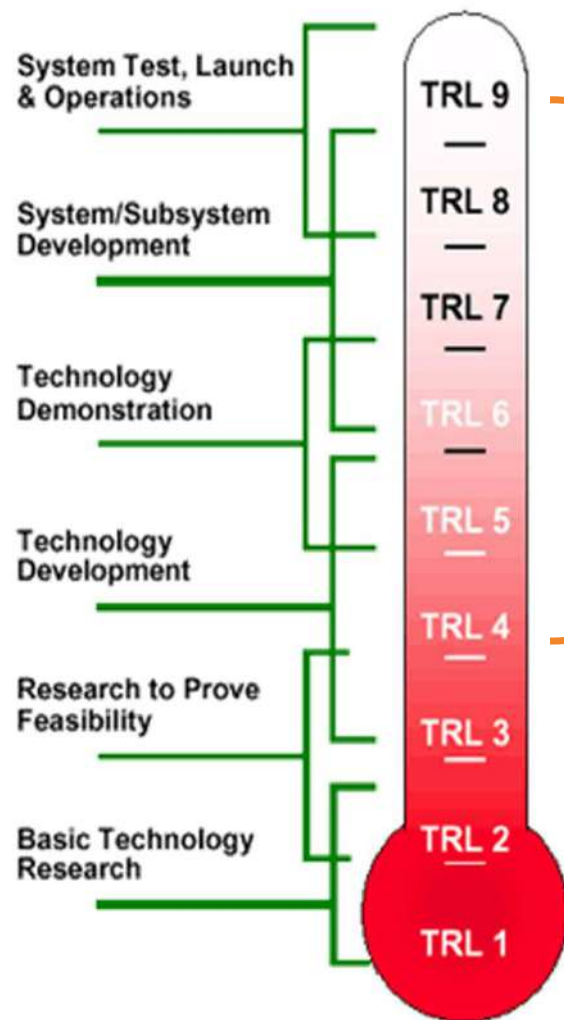
**MAC Z**

Modi Analisi A - FDD - VIRTUALE/ONCE\_SIMULATION\_100K

**MAC Z**

Modi Analisi B - FDD - VIRTUALE/ONCE\_SIMULATION\_100K



Offriamo



Le nostre competenze tecniche ed il valore del nostro capitale umano per lo sviluppo di progetti R&D (PNRR NODES, PR FESR Piemonte 21-27, Horizon Europe, ecc.)

Cerchiamo

- 🔍 Produttori, sviluppatori e system integrator di sensoristica innovativa
- 🔍 Soluzioni smart per rilievi e monitoraggi geologici, strutturali ed ambientali
- 🔍 Partner per sviluppo di applicazioni Web-GIS 3D - BIM
- 🔍 Partner per sviluppo applicazioni web-oriented e mobile per il monitoraggio



# Grazie per l'attenzione

Ing. Taddeo Maria **FENOGLIO** *(R&D manager)*

tfe@gdtest.it

Ing. Alberto **MORINO** *(CEO/CTO)*

amo@gdtest.it

Ing. Marco **CUSSINO** *(IT manager)*

mcs@gdtest.it

**gd test srl**

Società unipersonale | Corso Casale 239 | 10132 TORINO Italia

Tel. +39.011.58.08.406 | [gdtest@gdtest.it](mailto:gdtest@gdtest.it) | [www.gdtest.it](http://www.gdtest.it)

Capitale sociale: 100.000 euro | P.IVA e C.F.: 08207640015

PEC: [gdtest@legalmail.it](mailto:gdtest@legalmail.it) | Fattura elettronica: [faelettronica@pec.it](mailto:faelettronica@pec.it)

