



Missione congiunta di ricognizione danni

Turchia

8-13 maggio 2023

In collaborazione con:

TED
ÜNİVERSİTESİ



ODTÜ
METU



Report Giornaliero
12 maggio 2023

In coordinamento con



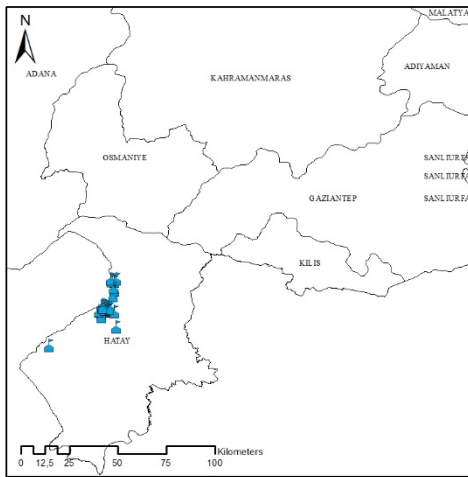
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Report giornaliero, 12 maggio

Nella giornata del 12 maggio, ultima giornata di missione sul campo, 8 squadre di tecnici, provenienti da università e centri di competenza Italiani e Turchi, hanno eseguito sopralluoghi su 53 edifici scolastici (scuole primarie e secondarie) localizzate nelle aree delle province di Hatay, Maras, Antep e Adana. Tali edifici si sommano a quelli visionati nei giorni precedenti (43 in data 9 maggio, 56 in data 10 maggio, e 54 in data 11 maggio) pervenendo quindi a un totale di **206 edifici scolastici ispezionati**.

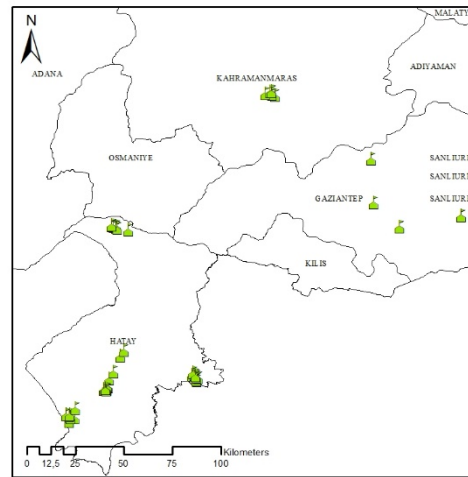
In Fig.1 è riportato il campione di edifici ispezionati in ciascuna giornata di lavoro e la sua localizzazione sul territorio (edifici ispezionati il 9 maggio, Fig.1a, 10 maggio Fig.1b, 11 maggio Fig.1c, 12 maggio Fig.1d). In Fig. 1e è richiamata la localizzazione di tutti gli edifici sulla mappa di scuotimento sismico relativa alla scossa del 6 febbraio 2023, pubblicata dall'USGS. In Fig.1f si riporta la distribuzione percentuale di edifici visionati in ciascuna giornata di lavoro in relazione a 8 intervalli di PGA, ciascuno di ampiezza 0.1g.

La Fig.1 mostra che nelle giornate dell'11 e del 12 maggio sono stati effettuati sopralluoghi nelle aree soggette a PGA più elevate (in media 0.54g e 0.47g), rispetto alla PGA delle aree rilevate nei primi due giorni di sopralluoghi (in media 0.27g e 0.34g).



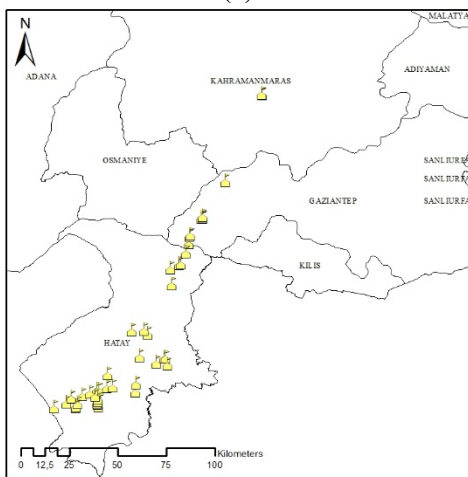
Rilievi 9 Maggio 2023

(a)



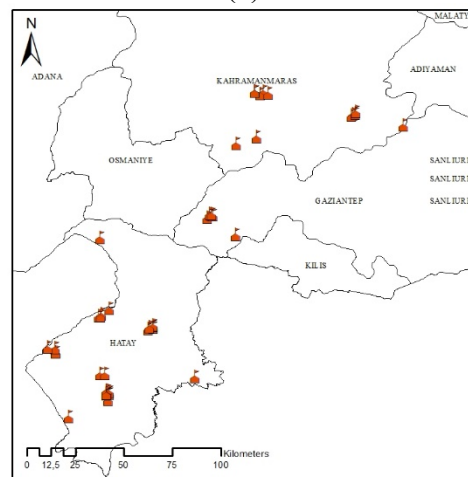
Rilievi 10 Maggio 2023

(b)



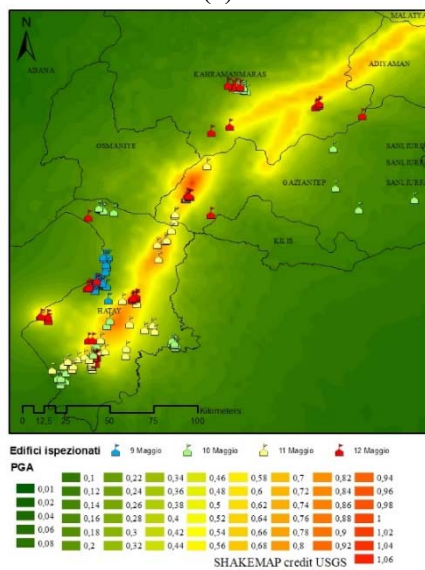
Rilievi 11 Maggio 2023

(c)

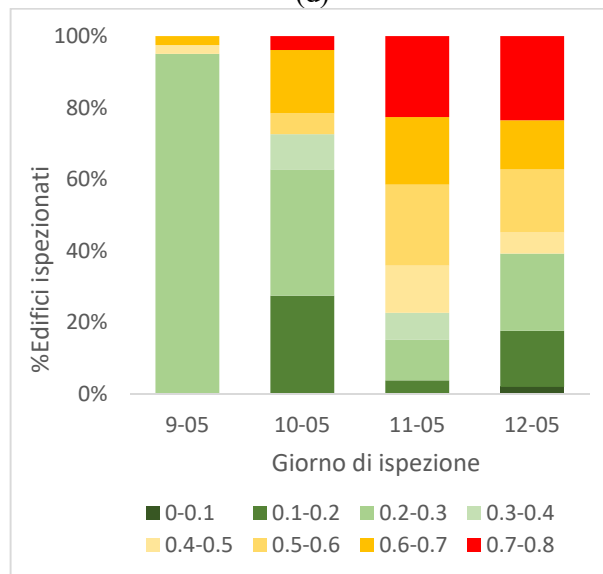


Rilievi 12 Maggio 2023

(d)



(e)



(f)

Fig. 1 Localizzazione degli edifici scolastici ispezionati il 9-10-11-12 maggio (a,b,c,d); localizzazione edifici su mappa di scuotimento sismico relativa alla scossa del 6 febbraio 2023, pubblicata dall'USGS (e); distribuzione percentuale di edifici visionati in ciascuna giornata in relazione a 8 intervalli di PGA (ampiezza 0.1g).

Report Fotografico: Danni agli edifici scolastici oggetto di studio

Di seguito si richiamano, con riferimento agli edifici ispezionati in data 12 maggio, alcuni aspetti peculiari relativi al danno riscontrato nei sopralluoghi negli edifici più severamente danneggiati.

- **MUSTAFA KEMAL AKBAY İLKOKULU**



Fig. 2. Crisi di un setto a taglio.

- **DURSUNLU GAZİ ORTAOKULU**



Fig. 3. Danno localizzato in trave al piano terra in corrispondenza di aggancio di impianti, principalmente dovuto alla scarsissima qualità del calcestruzzo (presenza di vespajo).

- **KAYMAKAM HASAN ZENGİNALP İLKOKULU**



Fig. 4 – Vista prospettica dell'edificio e grave stato di danneggiamento diffuso (edificio non soggetto ad intervento di rinforzo prima dell'evento sismico)

- **ATATÜRK İLKOKULU**



Fig. 5 – Vista frontale dell’edificio. e collasso fuori piano della tamponatura all’ultimo piano (edificio rinforzato con setti prima dell’evento sismico)

- **KIRIKHAN MESLEKİ VE TEKNİK AL**



Fig. 6 -Vista frontale dell'edificio, lesione flessionale sulla trave, danneggiamento della tamponatura, danneggiamento della copertura.

- **YUNUS EMRE ORTAOKULU**



Fig. 7 – Vista frontale dell’edificio e distacco dei pannelli della controsoffittatura.

- **ULUÇINAR İLKOKULU**



(a)



(b)



(c)

Fig. 8 – Edificio scolastico originario demolito anche se in presenza di danni poco severi e ricostruzione nuovo edificio ad un piano (a) con sistema in pannelli prefabbricati a sandwich con polistirolo all'interno (b) e copertura in capriata leggera in alluminio (c). La scelta di tale sistema costruttivo è stata indotta dalla bassa capacità portante del terreno di fondazione che ha portato ad optare per una soluzione leggera piuttosto che al rinforzo con setti della struttura esistente.

Report Fotografico: Danni agli edifici residenziali

Nel contesto urbano degli edifici ispezionati si sono osservati diversi meccanismi di crisi e quadri di danneggiamento severi sugli edifici residenziali. Di seguito si richiamano alcuni esempi significativi.

- **Città di Antiochia (Antakya)**



Fig. 9 - Stato di danno di edificio in muratura in pietra nel centro storico di Antiochia: collasso della copertura, meccanismi di crisi fuori piano e nel piano delle pareti. Peculiare è la sopravvivenza delle mensole dei balconi.

- **Città di Kirikhan**

Nel centro di Kirikhan si sono osservati danni all'edificio residenziale (parte destra) di Fig. 10, in cui si evince un meccanismo di piano ai primi due livelli sul corpo strutturale di sinistra e un collasso progressivo che coinvolge tutti i livelli sul corpo strutturale di destra. Nella parte sinistra della figura si nota la presenza di una moschea, con evidenti danneggiamenti a taglio sulle superfici murarie esterne e un'apparente perdita di verticalità del minareto, che peraltro sembra esente da danni gravi.



Fig. 10 – Complesso residenziale nel centro di Kirikhan.

- Città di Kahramanmaraş



Fig. 11 – Crollo della facciata di una chiesa in muratura con copertura lignea.

E' stato condotto un sopralluogo presso l'**ospedale** a servizio della città di Kahramanmaraş. Nello specifico si tratta di due strutture, la prima ancora in fase di realizzazione durante la sequenza sismica iniziata nel Febbraio 2023 (Figura 12), e la seconda realizzata nel 2012 (Figura 13).

La struttura in costruzione è realizzata in cemento armato del tipo gettato in opera su base isolata realizzata su una piastra di fondazione in c.a. di circa 1.5m poggianti su pali. La soluzione di fondazione è legata alle scarse caratteristiche di resistenza del terreno. Gli isolatori a pendolo a doppia curvatura, in numero pari a 361 e di diametro pari ad 1.0m, la cui corsa è pari a $\pm 1000\text{mm}$, viene riportata dal D.L. presente al sopralluogo come soluzione progettuale adottata a causa della vicinanza del sito di costruzione alla faglia (entro 10km). Le dimensioni degli isolatori sono compatibili con gli spettri di spostamento ottenuti dalle registrazioni accelerometriche ottenute per l'area interessata.

La sovrastruttura consiste in un sistema intelaiato spaziale con travi emergenti delle dimensioni di 40x80cm ed in pilastri di sezione quadrata variabile da 90x90cm a 70x70cm, la luce delle campate è di circa 7.0m. Sono presenti pareti in c.a. in corrispondenza dei vani scala. I solai sono di tipo a piastra piena in c.a. Il numero di piani è pari a 5, con interpiano variabile tra 5.0m e 5.40m. L'area d'impronta della piastra di fondazione è pari a 150x120m.

Si è potuto osservare che nella sovrastruttura non sono stati realizzati giunti termici/sismici.

Sul perimetro della piastra del primo livello isolato è stata realizzata una parte a sbalzo di circa 2.0m con soletta piena. Tale zona a sbalzo risulta distaccata di circa 4.0cm dal sottostante muro di contenimento.

E' stato misurato otticamente, a seguito del terremoto, uno spostamento residuo degli isolatori di circa 3.5 cm, che farebbe presupporre che l'isolamento sia stato sottoposto a spostamenti massimi durante il sisma dell'ordine delle decine di cm.



Figura 12 – Vista laterale della struttura in fase di costruzione.

La seconda struttura esaminata ha un sistema sismo-resistente di tipo tradizionale a base fissa, costituito da telai e pareti in c.a. (Figura 13). In tale struttura, il danno ha riguardato le sezioni di estremità di alcuni elementi monodimensionali travi/colonne in corrispondenza del vano scala, delle tamponature (Figura 14), nonché danni alle componenti non strutturali.



Fig. 13 – Struttura ospedaliera realizzata nel 2012.



Fig. 14 – Danno osservato sulla struttura esistente



FOTO GRUPPO DI LAVORO ReLuis – EUCENTRE –METU – TEDU, Cena di gruppo al termine dell'ultima giornata di lavoro

Tab. 1 Gruppo di Lavoro

COMPONENTI	AFFILIAZIONE
Marco DI LUDOVICO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Carlo DEL GAUDIO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Marta DEL ZOPPO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Marco GAETANI D'ARAGONA	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Giorgio BALZOPoulos	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Roberta APUZZO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Marco GIULIVO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Vincenzo MANFREDI	Univ. degli Studi della Basilicata
Romina SISTI	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Antonio GRELLA	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Luigi DI SARNO	Univ. degli Studi di Napoli Federico II
Antonio MANNELLA	CNR-ITC
Domenico NINNI LAZZARO	CNR-ITC
Francesca FERRETTI	Univ. di Bologna
Piero COLAJANNI	Univ. degli Studi di Palermo
Jennifer D'ANNA	Univ. degli Studi di Palermo
Marielisa DI LETO	Univ. degli Studi di Palermo
Gianni BLASI	Univ. of Salento
Gabriele GERRINI	Univ. degli studi di Pavia
Silvia PINASCO	Univ. di Genova
Stefano BRACCHI	Fondazione Eucentre
Davide BELOTTI	Fondazione Eucentre
Numan EREN	Fondazione Eucentre
Guney OZCEBEB	TEDU - Turkish Education Association University
Erturk TUNCER	TEDU - Turkish Education Association University
Mehmet Firat AYDIN	TEDU - Turkish Education Association University
Cem AKGUNER	TEDU - Turkish Education Association University
Ömer Can PAMUK	TEDU - Turkish Education Association University
Erdem CANBAY	METU - Middle East Technical University
Yunus IŞIKLI	METU - Middle East Technical University
Firat YURTSEVEN	METU - Middle East Technical University
Yalın ARICI	METU - Middle East Technical University
Ozan Cem ÇELIK	METU - Middle East Technical University
Norgen MUKA	METU - Middle East Technical University