

## **Active and capable faults (FAC) and buildings in Norcia, interventions carried out and possible technical and regulatory actions.**

Andrea Motti\*

\*Sezione Geologica, Regione Umbria, piazza Partigiani 1 Perugia, [amotti@regione.umbria.it](mailto:amotti@regione.umbria.it)

### **1-Introduction**

### **2-Active and Capable Faults (FAC) of Norcia**

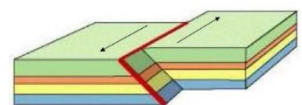
### **3-Interventions made to buildings located on the FAC before the 2016 earthquakes**

### **4-2016 earthquakes-evaluation of previous interventions**

### **5-Technical and regulatory proposals for buildings that are already located above the FAC in Norcia**

### **6-Conclusions**

### **7-Bibliography**



**It's not my fault**

## 1-Introduction

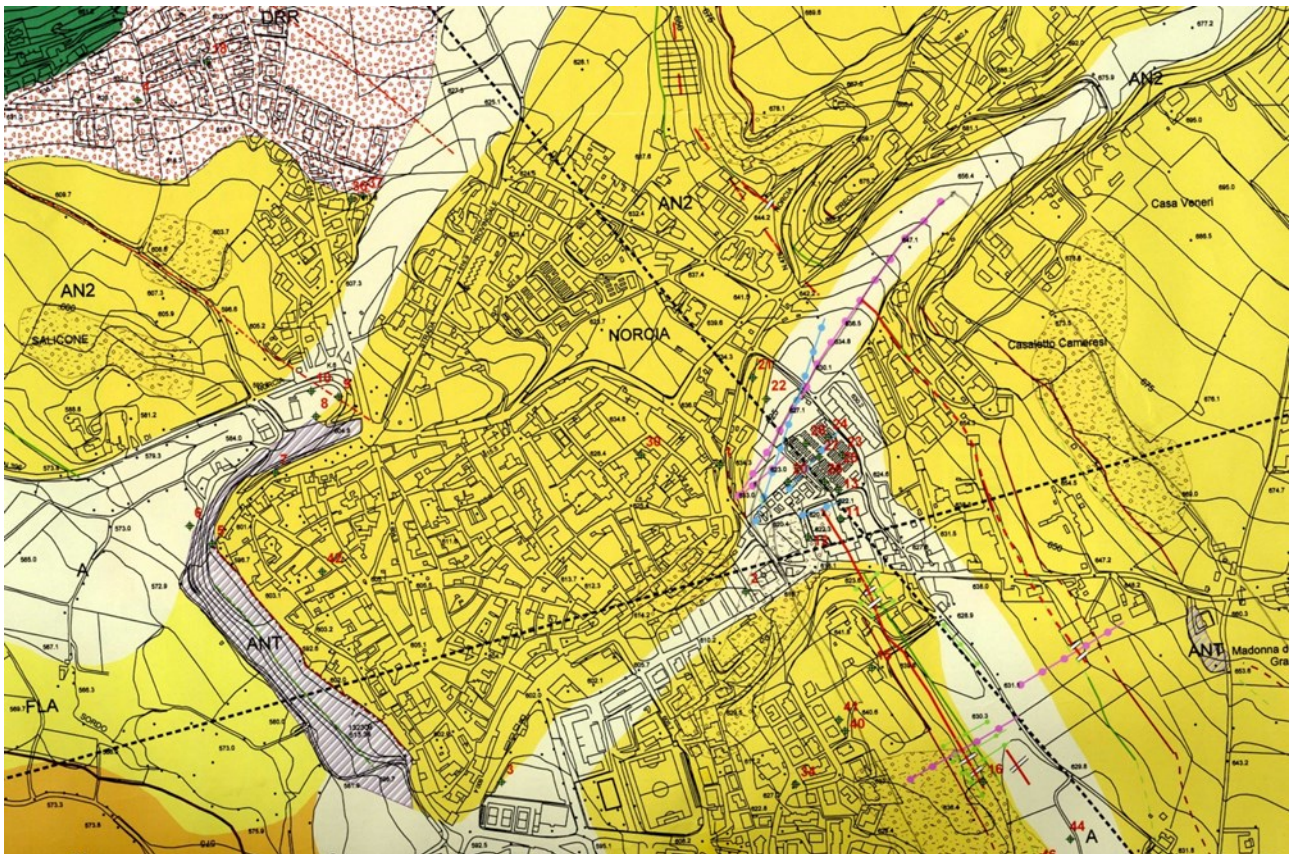
In Norcia, studies have been carried out to identify active and capable faults (FAC), faults for which there is evidence of repeated reactivation in the last 40,000 years (upper part of the Upper Pleistocene - Holocene) and capable of breaking the topographic surface.

The studies have been carried out since 2004 and, over the years, interventions have been carried out on buildings positioned above them before the earthquakes occurred. The 2016 earthquake, which produced surface faulting phenomena, has allowed us to confirm the technical indications on land management drawn up by the Regional Geological Section and the effectiveness of the interventions carried out on the buildings. On the basis of the knowledge acquired and verified, possible technical and regulatory actions were then identified.

## 2-Active and Capable Faults (FAC) of Norcia

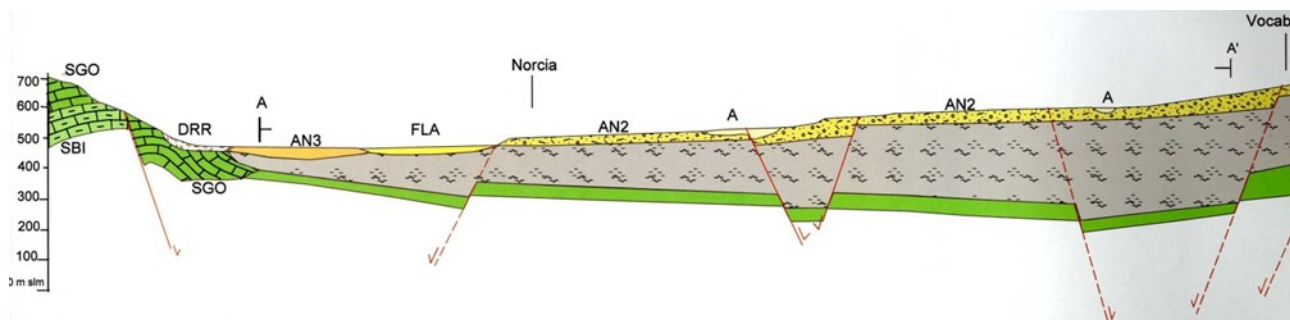
Norcia is a municipality whose capital is located in an intramontane valley, the Santa Scolastica plain, which is the result of the movement of direct faults present at the edges of the plain and still active.

The FAC of Norcia, like those of Monte Vettore, are the surface evidence of secondary normal fault planes and accommodation of the main east vergent fault located around 8 kilometers deep (reference, Umbria Region, DGR n. 1966).



Excerpt from the geological map that was created by the Regional Geological Service with traces of the geological profiles indicated in black dotted lines.

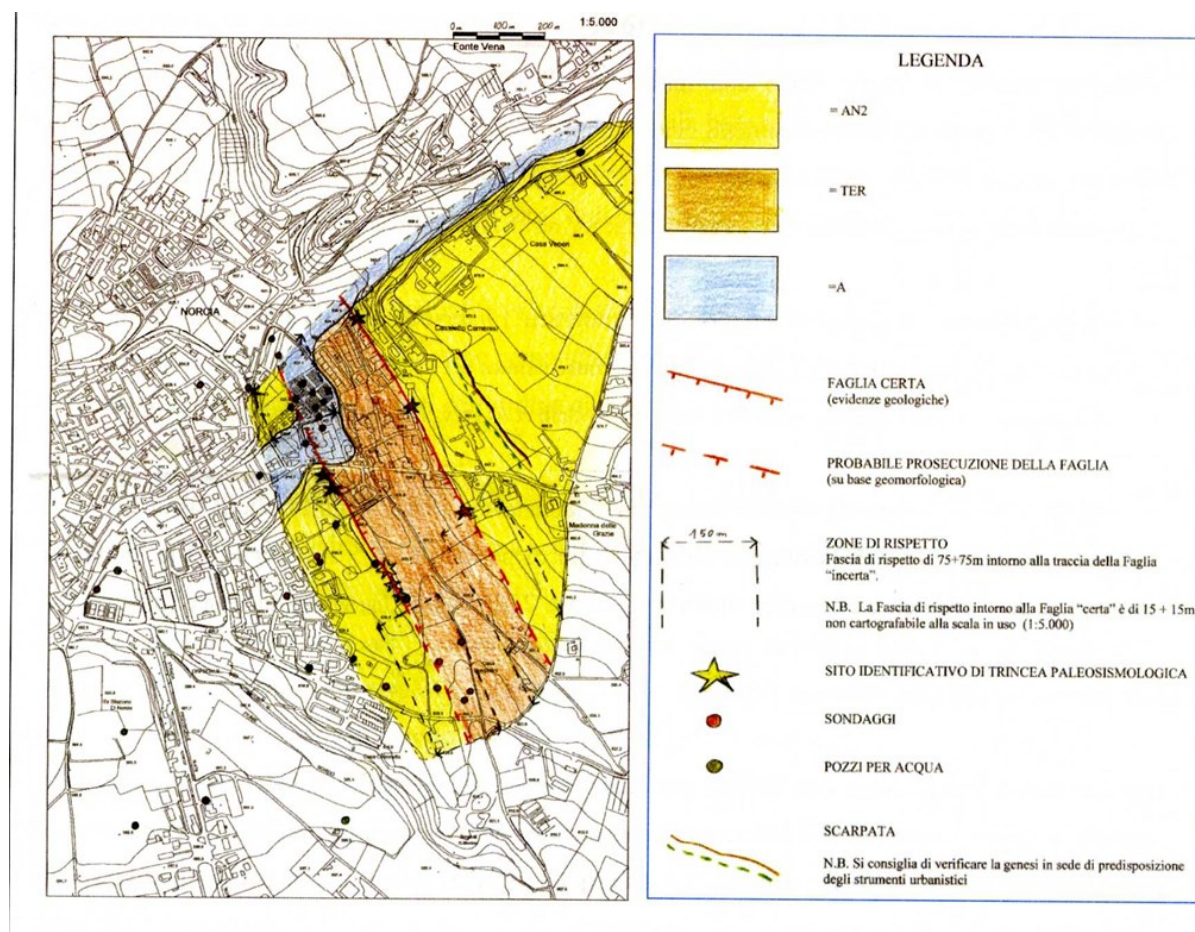




Geological profile with west south west-east north east direction.

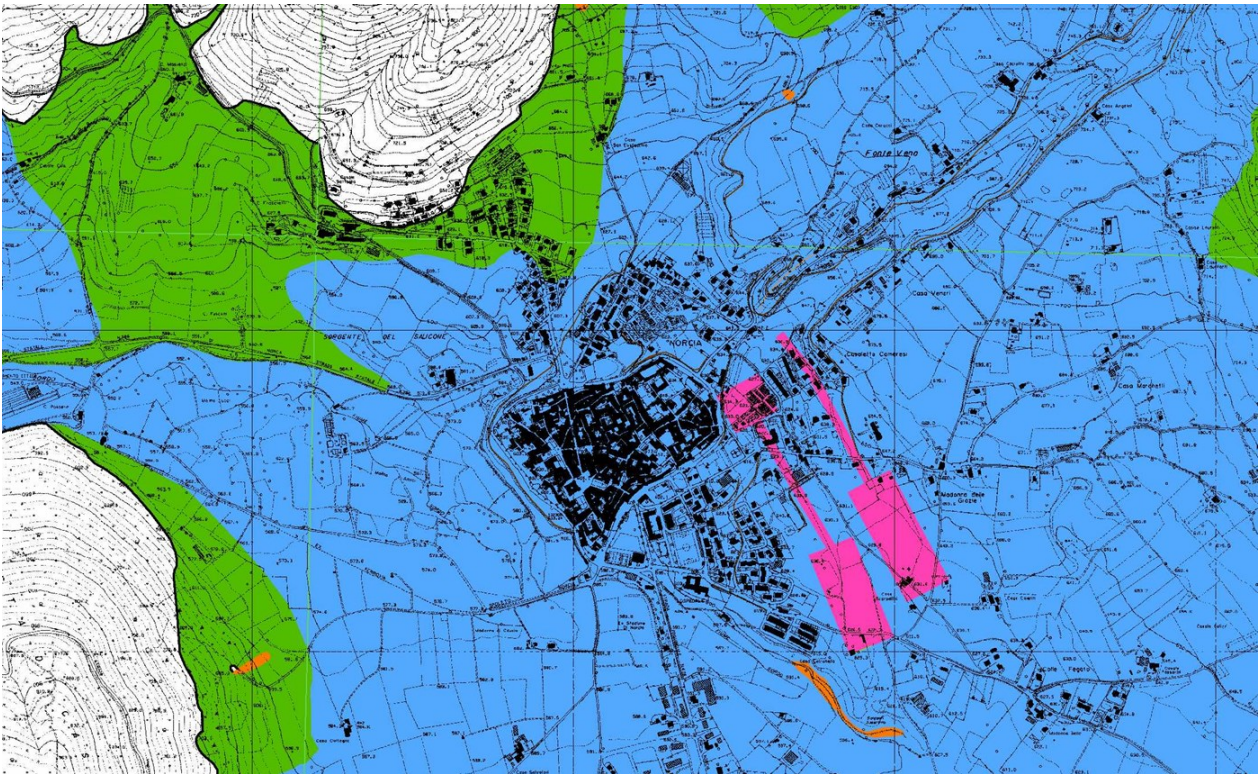
### 3-Interventions made to buildings located on FACs before the 2016 earthquakes

The interinstitutional working group, established by Regional Council Resolution no. 1966 of 15 December 2004 and coordinated by the Regional Geological Service, mapped in 2004 some areas where FAC sections were identified as buffer zones for active faults.

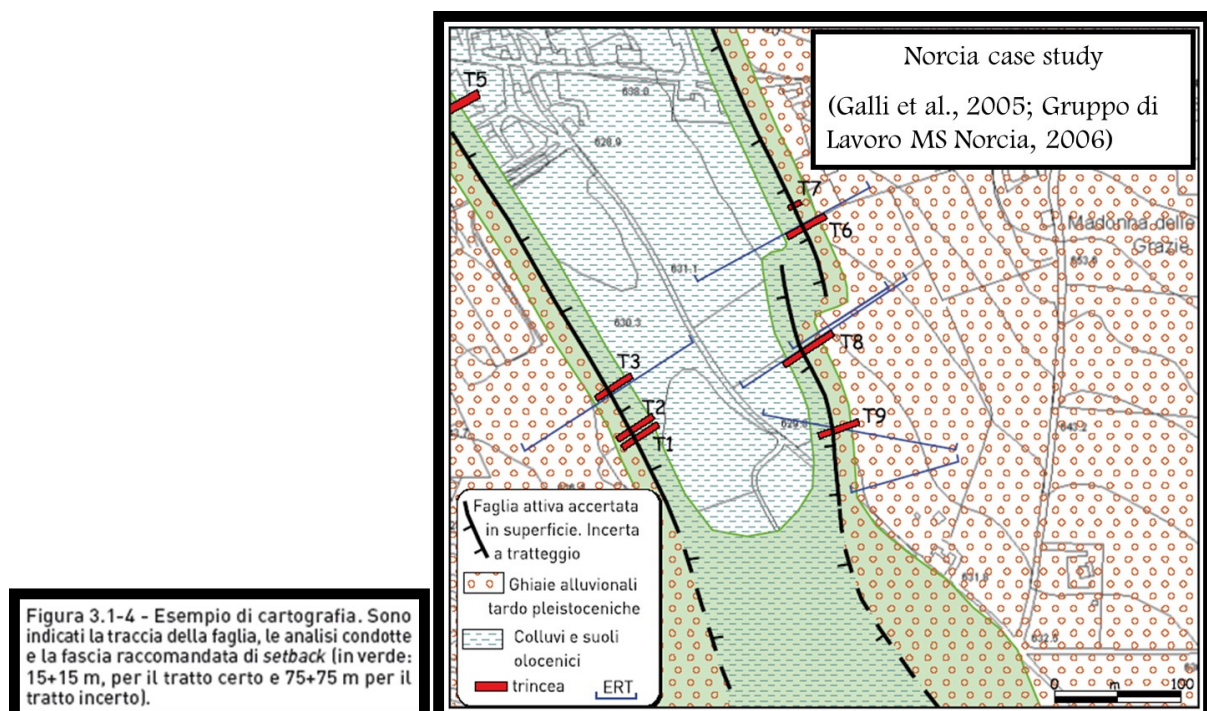


Original elaborations of the positioning of the FAC and the buffer zones drawn up by the Regional Geological Service.





The pink color indicates the FAC buffer zones (reference, Umbria Region, local seismic hazard mapping, 2013).



Detail of the formally approved buffer zones which was then taken up by the publication by Galli et al. in 2006 (reference, Galli et al., 2005).

This was the first case in Italy of mapping the territory for FAC and the first case on how to manage the territory in areas affected by FAC. The method of operation applied was then fully taken up by the Guidelines for seismic microzonation of the National Civil Protection of 2008 (reference, ICMS, 2008) and then further specified in the Guidelines for FAC of the



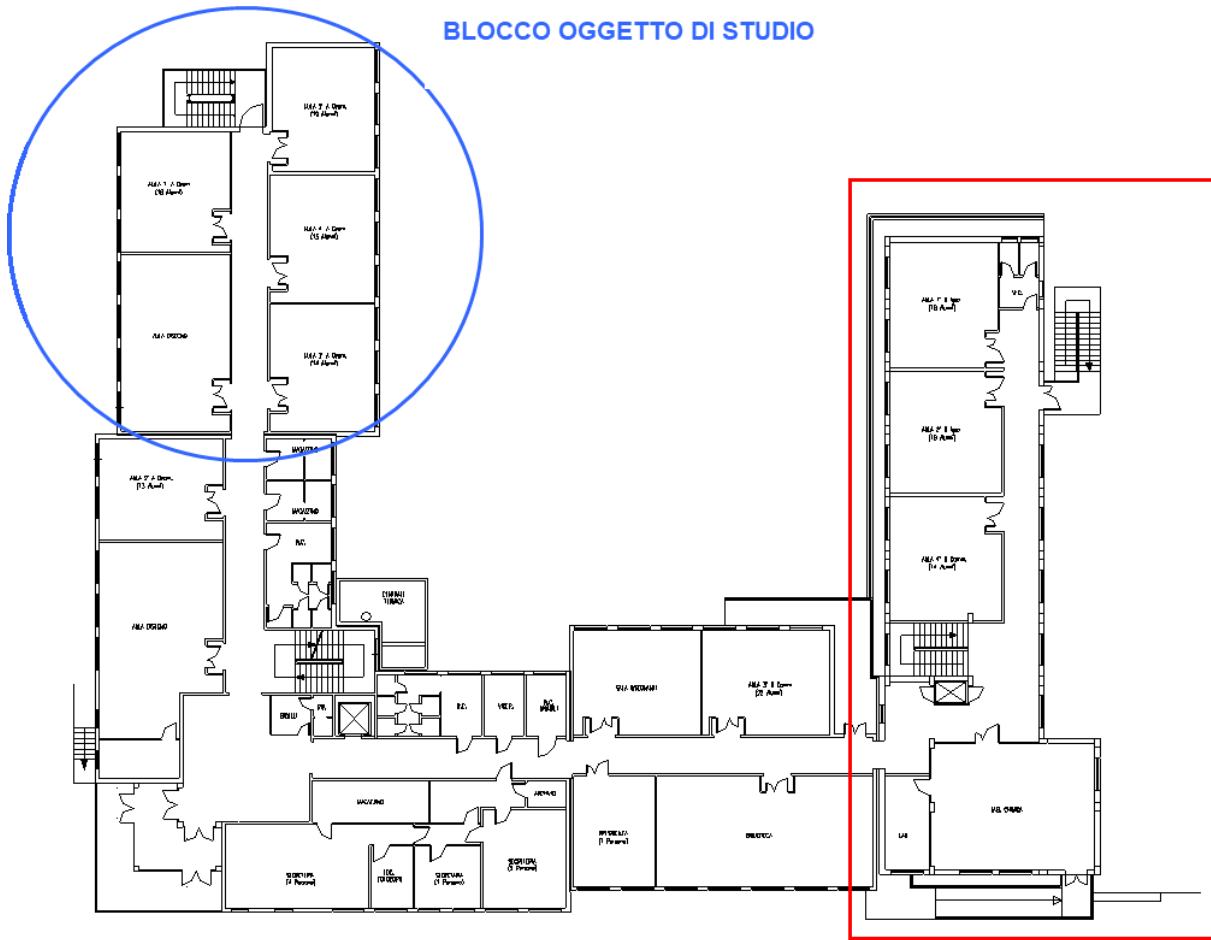
National Civil Protection of 2015 (reference, LG FAC, 2015), adopted by the Umbria Region with DGR n. 1232 (reference, Umbria Region, DGR n. 1232/2017).

In 2009, the Regional Geological Service, with the assistance of the Polytechnic of Milan and the Province of Perugia, assessed the possible effects of the movement caused by a FAC on a school building that was positioned above it (reference, Umbria Region, seismic verifications of superficial faulting, 2007).

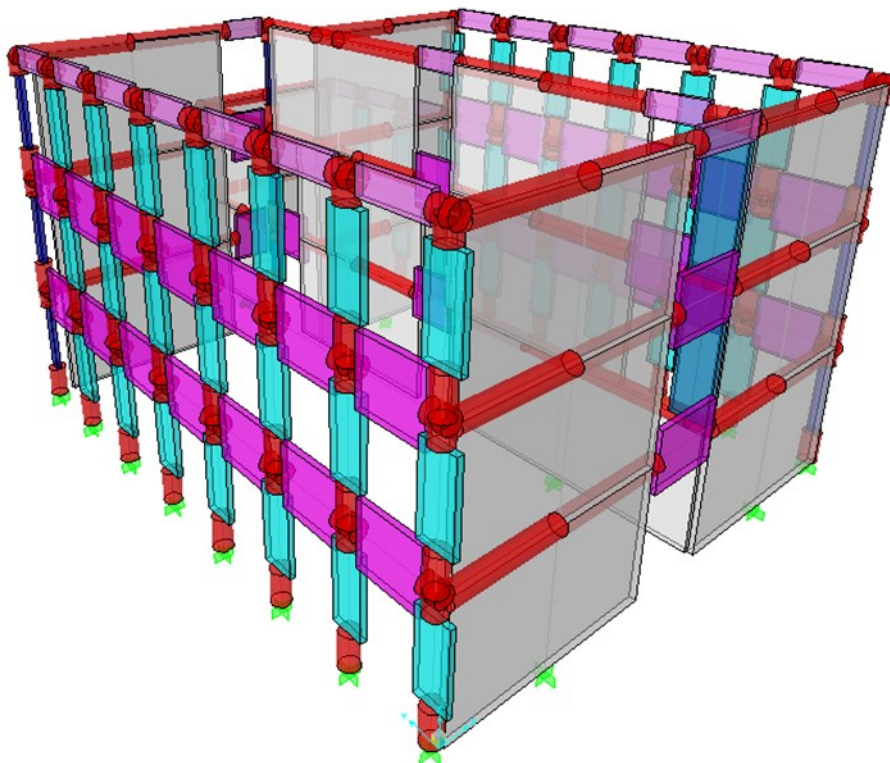


Trace of the FAC interfering with the school building.

## BLOCCO OGGETTO DI STUDIO



The blue circle indicates block 1 interfering with the FAC which passes approximately between block 1 and the adjacent block 2 where there is a joint in the foundation.



Structural modeling of the building block interfering with the FAC.

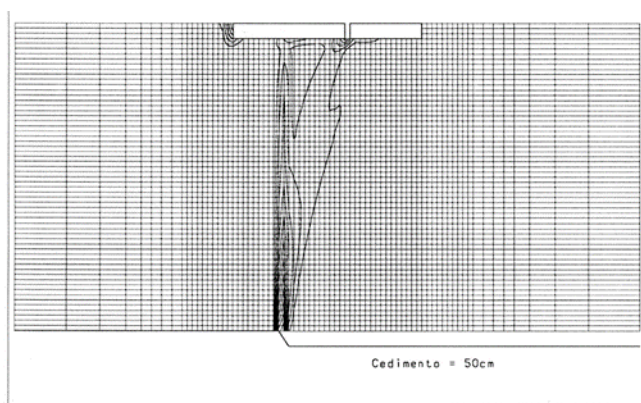


Figura 6a. Analisi A (parametri meccanici minimi, strati inizialmente omogenei): Curve di livello della deformazione plastica a taglio (cedimento di base pari a 50 cm).

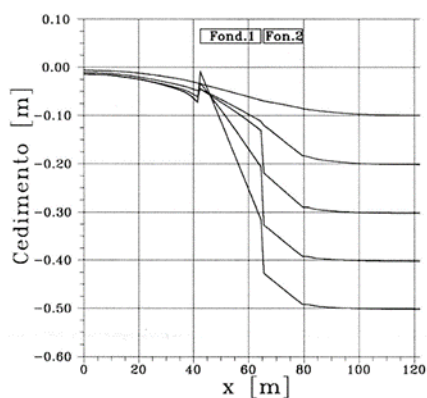


Figura 6b. Analisi A: deformata del piano di fondazione al crescere del cedimento di base da 10 a 50 cm.

Analysis of the plastic shear deformation acting on the bottom plane due to FAC movement.

Analyses and assessments were conducted on the seismic behavior, identifying improvement interventions for the school building that had been built around 1979 with vibrated prefabricated reinforced concrete panels.

The checks carried out, with displacements of the order of 20 cm between blocks 1 and 2, in a vertical direction along the joint between the two blocks, indicated the beginning of interference between the two blocks that could be eliminated by interposing dissipative devices on the top floor in order to avoid hammering, while the overall stability of the building was not compromised; these assessments ascertained and evaluated situations expected for severe damage, but for events with a higher return period than that envisaged by the regulations in force at the time (NTC 2008).

The interventions planned by interposing dissipative devices on the top floor, in order to avoid hammering, were carried out and their cost was very low, approximately 60,000.00 Euro (2010 costs). As a comparison with what has been done, the data of some interventions that were illustrated during the international conference in Florence in 2004 are reported (reference, Motti, 2004).

Dati conoscitivi sull'incidenza di faglie attive in aree contraddistinte dalla presenza di edifici pubblici a San Bernardino-California, Pomona-California e Norcia-Umbria.

| <b>Tipo faglia</b>                   | <b><u>San Bernardino-California</u></b><br>Trascorrente  | <b><u>Pomona-California</u></b><br>Trascorrente con componente compressiva                            | <b><u>Norcia-Umbria</u></b><br>Diretta                                                                                          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nome faglia</b>                   | Segmento San Bernardino della faglia San Giacinto        | Faglia San Jose                                                                                       | Segmento antitetico della faglia di Norcia                                                                                      |
| <b>Magnitudo max</b>                 | 6.7                                                      | 6.5                                                                                                   | 6.8                                                                                                                             |
| <b>Tempo di ritorno</b>              | 100 anni                                                 | 1341 anni                                                                                             | 1800±500 anni                                                                                                                   |
| <b>Movimento della faglia</b>        | 12±6mm/anno                                              | 1.1±0.9mm/anno                                                                                        | minimo 0.2mm/anno                                                                                                               |
| <b>Massimo spostamento</b>           | ~ 1.8m                                                   | ~ 1.7m                                                                                                | ~ 0.5m                                                                                                                          |
| <b>Edificio pubblico interessato</b> | San Bernardino Valley College                            | California State Polytechnic University-Pomona                                                        | Plesso scolastico comprensoriale A. Battaglia                                                                                   |
| <b>Interventi preventivi</b>         | Ricostruzione 5 edifici                                  | "Adeguamento" sismico di 1 edificio e non spostamento per mancanza di spazio                          | Posizionamento ulteriori dispositivi antisismici                                                                                |
| <b>Modalità degli interventi</b>     | Ricostruzione a distanza di 15 metri dalla faglia attiva | Taglio dell'edificio che permetterà spostamenti di 1 metro in orizzontale e di 0.5 metri in verticale | Inserimento ulteriori dispositivi assorbimento delle deformazioni tra 2 edifici al piano delle coperture e al piano sottostante |
| <b>Costi preventivi al 2004</b>      | ~ 70 milioni €                                           | ~ 15 milioni €<br>~ 0.4 milioni € per la progettazione                                                | (2010) 1° stralcio per 40.000,00 Euro per installazione dispositivi; 2° stralcio cifra da definire (~ 40.000Euro)               |

MA  
california-norcia\_faglie.doc

Examples of application of the standards in planning and design and cost comparison.

#### 4-Earthquakes of 2016-evaluation of previous interventions

The earthquakes that occurred from August to November 2016 caused surface effects in the peri-urban area of Norcia, including many surface faults, and all the FAC and buffer zones identified in 2004 coincided with the movements that occurred in 2016, movements that were specifically detected by the Regional Geological Section (reference, Umbria Region, Geological Section, 2017).

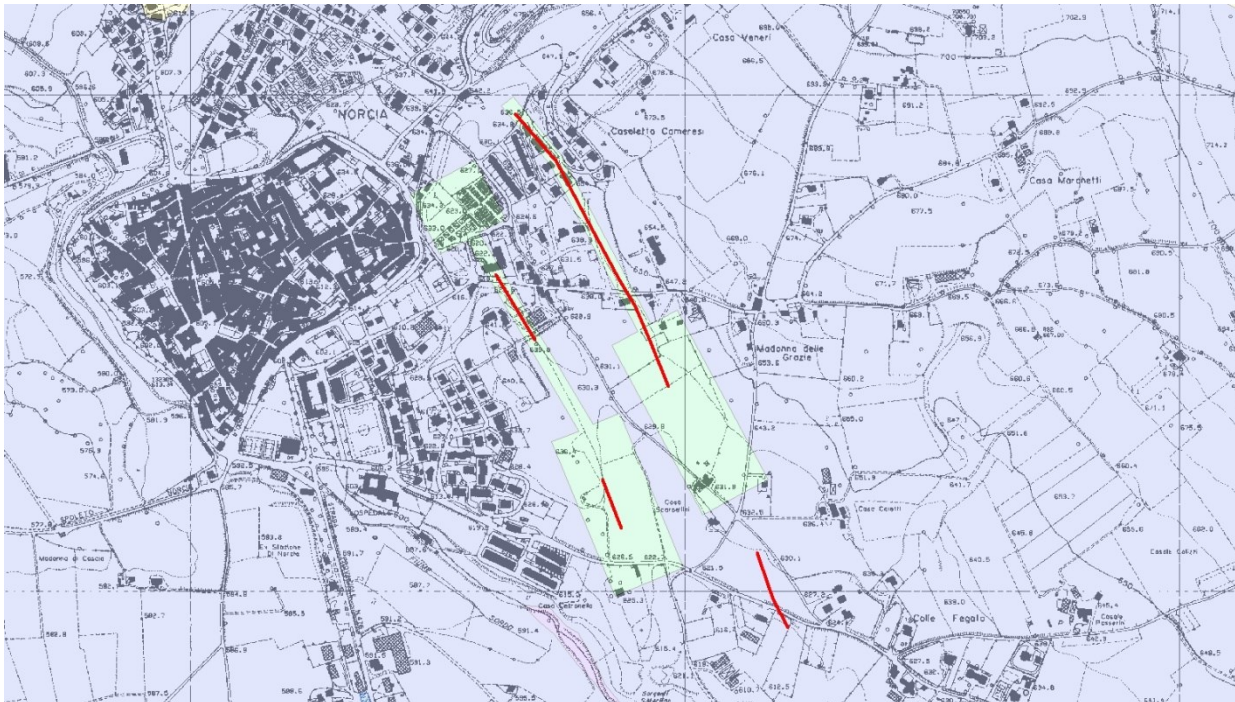


| Numero Punto Rilevato                                             | Coordinate WGS84 del Punto rilevato |             | DESCRIZIONE                                                                                                                                                     | ESTENSIONE LINEARE A STIMA SPEDITIVA DEL PUNTO RILEVATO | NOTE                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | NORD                                | EST         |                                                                                                                                                                 |                                                         |                                                                                                                                                                                                       |
| 1                                                                 | 42°47'17"                           | 13°06'23"   | Gradino Morfologico di altezza circa 2 centimetri sito in area prato pascolo                                                                                    | 8 metri                                                 | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| <b>1 Celeste</b><br>come riportato in<br>tavola di<br>rilevamento |                                     |             | <b>Pozzo con livello<br/>Piezometrico circa 15<br/>metri</b>                                                                                                    |                                                         | <b>Profondita stimata gettando<br/>all'interno un piccolo sasso</b>                                                                                                                                   |
| 2                                                                 | 42°47'14"                           | 13°06'26"   | Gradino Morfologico di altezza circa 4-5 centimetri che taglia la copertura stradale                                                                            |                                                         | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 3                                                                 | 42°47'15"                           | 13°06'26"   | Gradino Morfologico di altezza circa 10 centimetri sito su terreno prato pascolo                                                                                | 8 metri                                                 | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 4                                                                 | 42°47'15"                           | 13°06'25"   | Gradino Morfologico di altezza circa 1 centimetri posto su terreno prato pascolo                                                                                | 4 metri                                                 | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 5                                                                 | 42°47'16"                           | 13°06'25"   | Gradino Morfologico di altezza circa 2 centimetri sito in area prato pascolo                                                                                    | 8 metri                                                 | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 6                                                                 | 42°47'16"                           | 13°06'25"   | Gradino Morfologico di altezza circa 2 centimetri sito in area prato pascolo                                                                                    | 2,6 metri                                               | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 7                                                                 | 42°47'16,7"                         | 13°06'24,7" | Gradino Morfologico di altezza variabile lungo l'estensione della frattura da 0 a 10 centimetri circa 2 rilevato in area prato pascolo                          | 8metri                                                  | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 1B                                                                | 42°47'17,3"                         | 13°06'24,4" | Gradino Morfologico di altezza variabile partendo dalla recinzione da 2 centimetri a 0 centimetri a 5 centimetri sito in area prato pascolo                     |                                                         | * Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture<br>* in corrispondenza del gradino quando raggiunge l'altezza di 5 centimetri, si osserva un allargamento dei lembi della frattura |
| 8                                                                 | 42°47'30,7"                         | 13°06'14,8" | Gradino Morfologico di altezza circa 10 centimetri sito in area prato pascolo. I lembi del gradino risultano arrotondato . L'inclinazione del gradino e' di 45° | 8 metri                                                 | Il punto e' posizionato al centro dell'estensione delle fratture                                                                                                                                      |
| 9                                                                 | 42°47'05"                           | 13°06'39,9" | Gradino Morfologico di altezza locale circa 5 centimetri sito in area prato pascolo . Linclinazione del gradino e di 35°                                        |                                                         |                                                                                                                                                                                                       |
| 10                                                                | 42°47'05"                           | 13°06'40,4" | Gradino Morfologico di altezza circa 2 centimetri sito in area prato pascolo                                                                                    | 5 metri                                                 |                                                                                                                                                                                                       |

Detection points of the movements caused by the seismic events of 2016 in the peri-urban area of Norcia.







In light green the buffer zones **positioned and approved in 2004** and with the red lines the surface fractures caused by earthquakes in 2016.

The only public building that did not suffer damage from the 2016 earthquakes was the school building that had undergone seismic improvement work in 2010.



Istituto scolastico omnicomprensivo De Gasperi-Battaglia.

In 2020, further studies were carried out to identify the ZA (attention zones), Zs (susceptibility zones) and Zr (buffer zones) for FAC in the municipalities of the 4 regions affected by the earthquakes. The studies, funded by the Extraordinary Commissioner with Commissioner Ordinance no. 83 of 2 August 2019 (reference, Commissioner, Ordinance no. 83, 2019), were carried out by the main public and research bodies operating in the field of paleo-seismology and seismology and coordinated by a committee of which I was a member (reference, Commissioner, Decree 306, 2020).

The results, which confirmed the surveys of the surface faults carried out by the Regional Geological Section, are summarized in the figures below.



Photo of FAC in trench excavation below a shallow fault caused by the 2016 earthquakes.

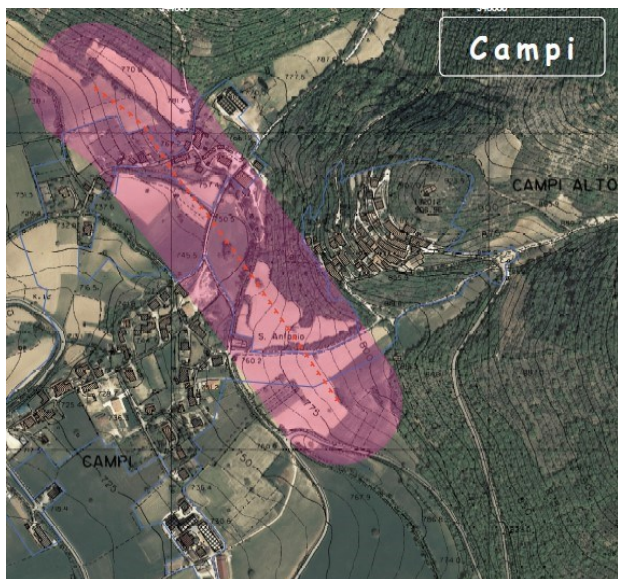


Legend of the Respect and Attention zones for FAC.

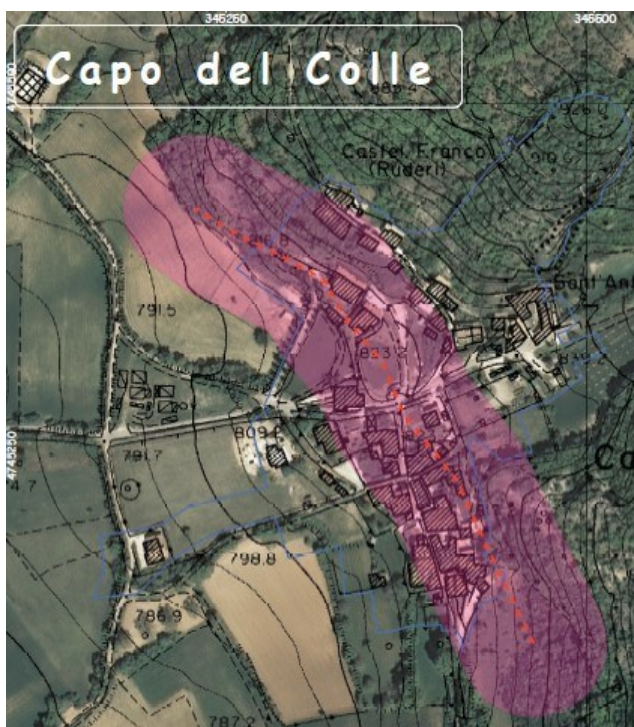




Map of the FAC and the areas of respect and attention of Norcia.

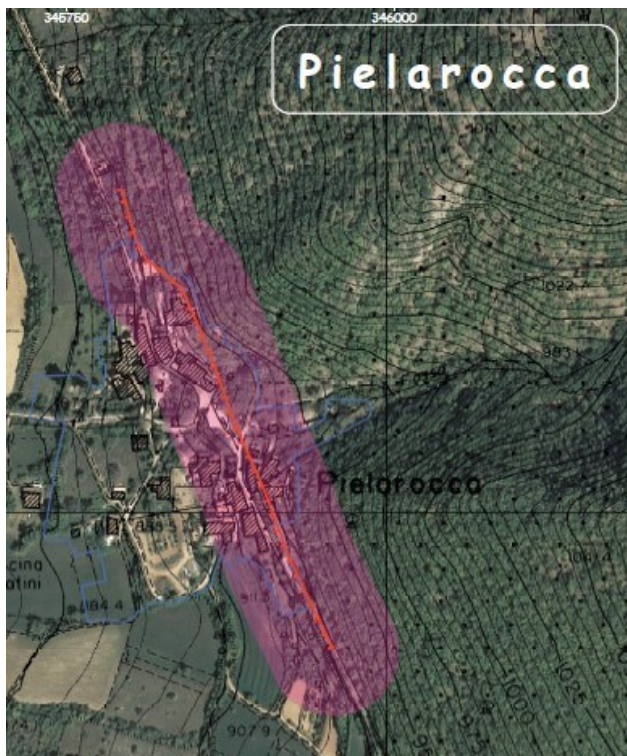


Map of FAC and attention zones of Campi di Norcia.



Map of the FAC and attention areas of Capo del Colle di Norcia.





Map of the FAC and the areas of respect and attention of Piè La Rocca di Norcia.

These studies were then approved with the Commissioner's Ordinance no. 119 of 13 August 2021 (reference, Commissioner, Ordinance no. 119, 2021) in which the methods by which it was possible to rebuild using public resources in the Zs (susceptibility zones) and Zr (buffer zones) zones were reported. In the following paragraph these rules are reported since nothing was said from a technical point of view as it was indicated that the building should be relocated if it had suffered serious damage, while in all other cases it was indicated that it could be rebuilt without giving any specific technical indication; furthermore, nothing was said for all the buildings that had not suffered damage and that were located within the Zr and Zs zones.

### **5-Technical and regulatory proposals for buildings already located above the FAC in Norcia**

During the period of the FAC investigations, referred to in the Commissioner's Ordinance no. 83 of 02/08/19 and after the Commissioner's Ordinance no. 119 of 13/08/21, some Mayors, public and private technicians and owners of buildings, located in proximity to the FAC, asked for indications on what to do from a technical point of view since the offices of the commissioner's structure did not provide indications in this sense.

The Regional Geological Section developed proposals with technical and regulatory indications that provided answers on how to manage the territory in the areas identified by Zr and Zs for FAC. These indications were developed taking into account the type of fracturing and surface movement for FAC, which was of the normal type, the construction typologies of the existing buildings and above all leaving the possibility for designers to be able to identify solutions, case by case, depending on the geological situation of the seabed and the structural characteristics of the building.

The regulatory and technical references taken into consideration were the following:

- a. Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018, 7.10.4.3/4 (riferimento, Ministero, 2018, NTC2018).

#### **7.10. COSTRUZIONI CON ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE**

#### 7.10.4.3 CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI SISMICI DIFFERENZIALI DEL TERRENO

Negli edifici, sia le strutture del piano di posa dei dispositivi sia le strutture del piano da cui spicca la sovrastruttura devono essere dimensionate in modo da assicurare un comportamento rigido nel piano suddetto, così da limitare gli effetti di spostamenti sismici differenziali. Altrimenti la variabilità spaziale del moto del terreno deve essere messa in conto secondo quanto specificato nel § 3.2.4.

La condizione precedente si considera soddisfatta se un diaframma rigido costituito da un solaio in c.a., oppure da una griglia di travi progettata tenendo conto di possibili fenomeni di instabilità, è presente sia al di sopra sia al di sotto del sistema di isolamento e se i dispositivi del sistema di isolamento sono fissati ad entrambi i diaframmi o direttamente o attraverso elementi verticali il cui spostamento orizzontale in condizioni sismiche sia minore di 1/20 dello spostamento relativo del sistema di isolamento. Tali elementi devono essere progettati per rispondere in campo rigorosamente elastico, tenendo anche conto della maggiore affidabilità richiesta ai dispositivi di isolamento e dissipazione.

#### 7.10.4.4 CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI RELATIVI AL TERRENO E ALLE COSTRUZIONI CIRCOSTANTI

Adeguate spazi devono essere previsti tra la sovrastruttura isolata e il terreno o le costruzioni circostanti, per consentire liberamente gli spostamenti sismici in tutte le direzioni. Per i ponti, i giunti di separazione tra le diverse porzioni di impalcato e tra l'impalcato e la sottostruttura devono essere dimensionati in modo da permettere il corretto funzionamento del sistema d'isolamento, senza impedimenti al libero spostamento delle parti isolate.

Occorre anche attuare adeguati accorgimenti affinché l'eventuale malfunzionamento delle connessioni a cavallo dei giunti non possa compromettere l'efficienza dell'isolamento.

- b. Ordinanza Commissariale n. 119, articolo 4 commi 5 e 7 (riferimento, Commissario, Ordinanza n. 119, 2021).

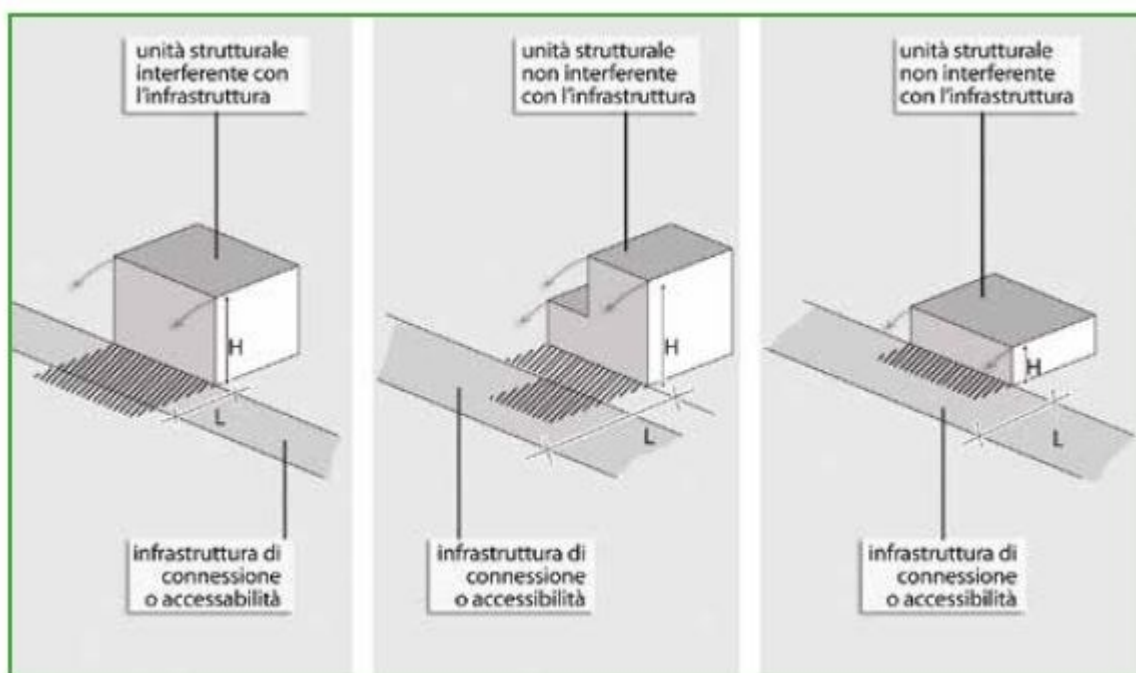
5. Nelle ZS e ZR con la presente ordinanza viene assunto l'obiettivo 1 del Programma Zone Instabili (come definito nel paragrafo 9.1.2.1.1 delle Linee Guida) per la durata della gestione straordinaria di cui all'art. 1 comma 4 del d.l. 17 ottobre 2016, n. 189, salvo proroghe e comunque per non più di 5 anni.

7. Nelle ZR:

- a. non sono consentiti interventi di ricostruzione qualificabili come "nuova costruzione", né ristrutturazioni edilizie con demolizione e ricostruzione: in tali casi è obbligatorio procedere alla delocalizzazione, secondo le procedure dettate dall'art. 14-bis dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 13 del 2017 e dall'art. 22 dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 19 del 2017;



- b. per gli edifici con danno grave, in relazione al livello operativo definito dall'Ufficio Speciale per la Ricostruzione, sono consentiti interventi di ristrutturazione edilizia senza demolizione e ricostruzione con miglioramento sismico o adeguamento sismico. Laddove l'adeguamento sismico, qualora obbligatorio, non sia raggiungibile, si applica quanto disposto alla precedente lett.
    - a. Sono altresì ammessi interventi di adeguamento sismico sugli edifici danneggiati gravemente per i quali è obbligatorio l'intervento di miglioramento sismico e in tal caso è riconosciuto un costo parametrico commisurato al livello operativo L4 di cui alla tabella 5 dell'allegato 1 dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 13/2017 ovvero alla tabella 6 dell'allegato 1 dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 19 del 2017;
  - c. per gli edifici con danno lieve è obbligatorio conseguire un maggior livello di sicurezza sismica rispetto alle condizioni preesistenti al danno, mediante intervento di miglioramento sismico; a tal fine è riconosciuto un costo parametrico commisurato al livello operativo L1 di cui alla tabella 5 dell'allegato 1 dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 13/2017 ovvero alla tabella 6 dell'allegato 1 dell'ordinanza del Commissario Straordinario n. 19 del 2017;
  - d. non sono ammessi aumenti di superficie o di volume ad eccezione delle sole opere strettamente necessarie per l'eliminazione delle barriere architettoniche e per l'adeguamento degli edifici alle norme vigenti in materia igienico-sanitaria, sismica, di risparmio energetico e di sicurezza sul lavoro;
  - e. non sono ammessi gli interventi che comportino incremento del carico urbanistico.
- c. Ordinanza Commissariale n. 119, articolo 8 (riferimento, Commissario, Ordinanza n. 119, 2021).
- *zona di ri-edificabilità condizionata*: zona in cui sono necessari interventi preventivi di mitigazione della pericolosità al fine di garantire i necessari livelli di sicurezza strutturale.
- d. Manuale per l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) (riferimento, Dipartimento PC, 2014).



- e. Decreto Capo Dipartimento Protezione Civile n. 828 del 05/0312, Schede GEO valutazione evento per gli aspetti geologici e geotecnici (riferimento, Dipartimento PC, 2012).

|    |                                        | <b>Finalità del rilievo</b><br><b>RILIEVO PRIMA EMERGENZA</b><br><b>GEOLOGICA E GEOTECNICA</b> |                                                                                                                                                                                 | <b>EDIFICIO STRATEGICO</b><br>versione 3.0 |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
| FAGLIAZIONE SUPERFICIALE                                                                                                                                                                                                                                    | Interferenza con l'ES                  | 48                                                                                             | <input type="radio"/> Interferente con l'ES <input type="radio"/> Non interferente                                                                                              |                                            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 49                                                                                             | Distanza minima della traccia della faglia (nel caso di non interferenza)                                                                                                       |                                            | <input type="text"/> m  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 50                                                                                             | Interferente con elementi associati alla faglia principale                                                                                                                      |                                            | <input type="text"/>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Posizione dell'ES rispetto alla faglia | 51                                                                                             | L'ES, se non interferente, è su: <input type="radio"/> <i>Hanging wall</i> della faglia <input type="radio"/> <i>Footwall</i> della faglia <input type="radio"/> Non definibile |                                            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 52                                                                                             | Massimo rigetto morfologico osservato lungo la faglia principale                                                                                                                |                                            | <input type="text"/> cm |
| <b>Sezione PEG4 - PROPOSTE DI INTERVENTI IMMEDIATI</b>                                                                                                                                                                                                      |                                        |                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |                                            |                         |
| FAGLIAZIONE SUPERFICIALE/<br>FRATTURAZIONE                                                                                                                                                                                                                  |                                        | 104                                                                                            | <input type="checkbox"/> Livellare il gradino morfologico (L)                                                                                                                   |                                            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 105                                                                                            | <input type="checkbox"/> Riempimento e impermeabilizzazione fratture beanti (L)                                                                                                 |                                            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 106                                                                                            | <input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                  | 107                                        | <input type="text"/>    |

- f. Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri n. 4007 del 29 febbraio 2012 (riferimento, Presidenza Consiglio dei Ministri, 2012).
- g. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), riferimento: LG FAC, 2015.



## **APPENDICE A5**

### **SCHEMA DI PROGRAMMA ZONE INSTABILI**

---

#### **Finalità generale**

La finalità generale del Programma Zone Instabili è ridurre gli eventuali effetti dovuti a rottura e dislocazione della superficie dei terreni nell'insediamento urbano dovute a faglie attive e capaci (FAC).

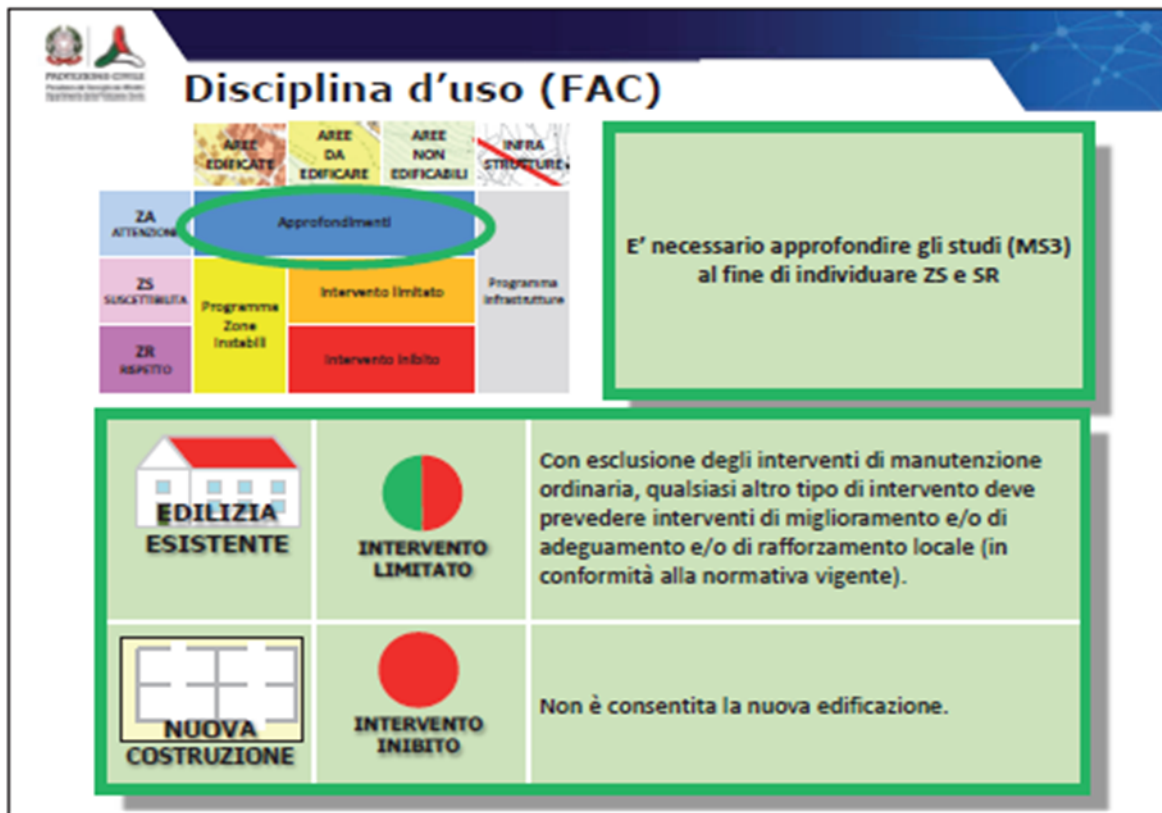
4. Il programma individua interventi che possono essere in conformità con gli strumenti urbanistici generali vigenti, o rendere necessaria la loro variante:
  - Qualora risulti indispensabile la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali o produttivi, il programma definisce la contestuale realizzazione e completamento delle connesse dotazioni territoriali e infrastrutture per la mobilità;
  - Qualora tali previsioni non siano presenti nella pianificazione urbanistica vigente, le stesse devono essere individuate in adiacenza e continuità con i tessuti urbani esistenti.
6. Il programma può essere realizzato anche attraverso specifici piani attuativi, ove necessari, di iniziativa pubblica da approvare mediante Accordo di programma ai sensi dell'art. art. 34 del D.Lgs. 267/2000.

#### **Strumenti di attuazione. Piani attuativi.**

1. Il programma, per le sue finalità, individua le aree da sottoporre a specifici piani attuativi.
6. Allo scopo di assicurare la fattibilità dell'intervento, la delibera di adozione dei piani è corredata da una apposita relazione circa il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, attraverso la stipula di accordi compensativi che dimostrino la disponibilità delle risorse finanziarie necessarie per l'attuazione degli interventi.
7. Allo scopo di assicurare il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, i contenuti dei piani possono essere oggetto di accordi preliminari con i privati stessi.
8. Il quadro conoscitivo e le valutazioni ambientali dei piani sono predisposti ai sensi della normativa sulla VAS, tenendo conto delle analisi di microzonazione sismica, con particolare riguardo alle aree urbanizzate e a quelle prescelte per i nuovi insediamenti.

## APPENDICE A8

### SCHEMA RIASSUNTIVO DELLA DISCIPLINA D'USO



Another element that was taken into account is the design and construction of the Faculty of Engineering of the University of Perugia with a building constructed with foundations on a slab positioned above a recent normal fault (reference, Motti, 2004).

The analysis and assessments that were developed took into consideration different situations:

- the areas are within the Monti Sibillini National Park and therefore new settlements or new consumption of free areas/land were to be avoided, if possible.
  - the variations to the urban planning tools following the results of the studies for FAC should have been approved with a specific Commissioner's Ordinance that activated the powers in derogation.
  - the modification of the Commissioner's Ordinance n. 119 (letter a. of paragraph 7 of article 2) was necessary to include the possibility of reconstruction through special interventions.
  - in the FAC guidelines the program for unstable areas provides for more alternative actions within the ZR buffer zones in the case of demolition and reconstruction (Unstable Areas Program, objective 1); in the case of demolition and reconstruction (very serious damage) in the buffer zone, objective 1 of the PZI was chosen as it had already been chosen in the Comm. Order 119 with article 4 paragraph 5 (rule indicated below).
5. Nelle ZS e ZR con la presente ordinanza viene assunto l'obiettivo 1 del Programma Zone Instabili (come definito nel paragrafo 9.1.2.1.1 delle Linee Guida) per la durata della gestione straordinaria di cui all'art. 1 comma 4 del d.l. 17 ottobre 2016, n. 189, salvo proroghe e comunque per non più di 5 anni.



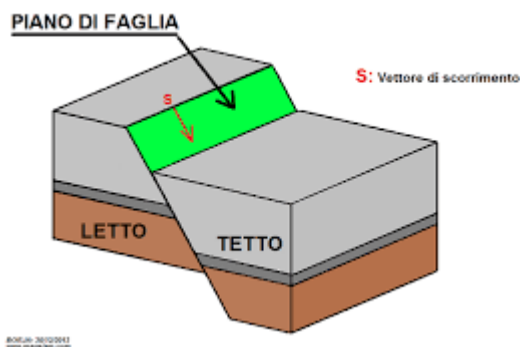
The intervention hypotheses that were developed (1, 2A, 2B, 2C, 2D) required that the designers, geologists and engineers specify the detail of the FAC trace, with respect to the footprint of the building involved, then carrying out a design with any special interventions for the reduction of geological risk, depending on the reconstruction intervention chosen.

1-In the case of availability of land by the owner, there are various possibilities of rebuilding in the same municipality or in another municipality with the relocation of the building accepted, on the owner's proposal.

2-Reconstruction in which the PZI indicates special interventions for the reduction of geological risk, which are approved by the Commissioner's Ordinance and also by the Region and therefore do not require a variation to the urban planning tools.

Special interventions with the adoption of specific seabed techniques capable of resisting the movements (and also the stresses) of the FAC by means of slabs/double slabs and such as not to induce the breakage of the seabed works.

For the situation of Norcia and the peri-urban areas of the capital, a FAC scheme was defined by hypothesizing a normal fault with a displacement of 30 centimeters and considering, for safety reasons, a 45° inclined plane and not a pseudo-vertical one and therefore with relative horizontal displacements as well.



In this situation, interventions can be hypothesized with foundations with a slab with a joint (special intervention A) so that the structure is able to withstand the modification due to the relative movements and the size of the loads; or with foundations resting on a cantilever (special intervention B) only on the upstream side of the FAC or footwall (fault bed), since in these areas they are all normal faults; or with movement of the reconstruction bed which will be a slab (special intervention C); or other special interventions that demonstrate the substantial reduction in geological risk (special intervention D).

Reconstruction interventions with special interventions must not damage nearby buildings (ref. standard d.) considering that there must in any case be a safety distance to avoid interference with nearby buildings equal to the height of the building to be rebuilt (considered up to the roof tax); reconstruction astride the FAC with a joint such as to allow movement and therefore the reconstructed building that must be cut to ensure that the possible movement does not damage the foundation slab and nearby buildings.

These interventions can therefore be named as follows:

- A, special intervention with joint; reconstruction of a building divided into 2 separate structures both resting on 2 different foundations with a joint that can allow the movement, deducible from specific studies, between the 2 structures for the reduction of geological risk.
- B, special intervention with cantilevered foundation slab; cantilevered foundation (slab) in which only the upstream side is able to support the load of the building for the reduction of geological risk; the upstream side of the FAC or footwall (fault bed)

is chosen in the case of normal faults. Possible subsequent post-fault interventions can also be specified (ref. standard e).

- C, moving the footprint of the building so that it rests only on one side (upstream or downstream) with respect to the trace of the FAC with reconstruction with a slab foundation, maintaining at least one point of contact with respect to the original foundation footprint, is not a relocation for the reduction of geological risk.
- D, Other special interventions that demonstrate the substantial reduction of geological risk from FAC.

The proposal developed and advanced provides for the possibility for the designer, in addition to what is provided for in letter a. of paragraph 7 of article 2 of the Commissioner's Ordinance no. 119/21 (reference, Commissioner, Ordinance no. 119, 2021), to design with special interventions to reduce geological risk for FAC.

Below in italics is the proposed amendment for paragraph 7 of article 2 of the Commissioner's Ordinance no. 119/21 (any parts to be amended are indicated in strikethrough and additions in **bold**).

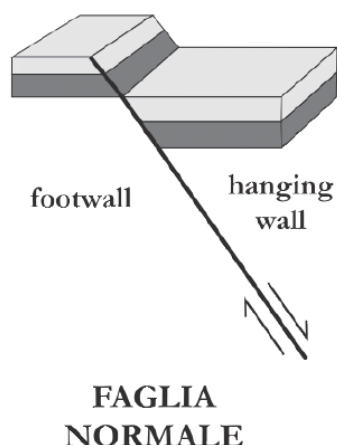
7. Nelle ZR:

*a. ~~non sono consentiti interventi di ricostruzione qualificabili come “nuova costruzione”, né ristrutturazioni edilizie con demolizione e ricostruzione: in tali casi è obbligatorio procedere alla delocalizzazione~~ è **permessa la delocalizzazione**, secondo le procedure dettate dall’art. 14-bis dell’Ordinanza del Commissario Straordinario n. 13 del 2017 e dell’art. 22 dell’Ordinanza del Commissario Straordinario n. 19 del 2017;*

***a1. È permessa la ricostruzione mediante interventi speciali quali:***

- ***A, intervento speciale di ricostruzione di edificio poggianti su 2 platee con giunto lungo la traccia della FAC, che possa permettere lo spostamento differenziale tra le stesse.***
- ***B, intervento speciale con fondazione a platea; fondazione in cui solo il lato di monte, che rimarrebbe a sbalzo per lo spostamento differenziale, è in grado di sopportare il carico dell’edificio; la fondazione si posiziona sul lato di monte della FAC o footwall (letto di faglia) nel caso di faglie dirette/normali.***
- ***C, intervento speciale mediante traslazione/ruotazione dell’impronta dell’edificio in modo che poggia solo su un lato (monte o valle) rispetto alla traccia della FAC con ricostruzione con fondazione a platea, mantenendo almeno un punto di contatto rispetto all’impronta fondale originaria.***
- ***D, Altri interventi speciali che dimostrino la sostanziale riduzione del rischio geologico da FAC, quali ad esempio doppia piastra con isolatori sismici.***

The possibility of inserting a figure that is already present in the FAC guidelines of the National Civil Protection of 2015 was also indicated (reference, LG FAC, 2015).



The technical proposals were subsequently prepared as a regulatory proposal and sent to the Mayors and municipal offices that had requested them. Currently, the Commissioner's Ordinance no. 119 of 08/13/21 has not been modified.

## 6-Conclusions

The application, execution of studies and projects over time and the way of working of the Regional Geological Section has contributed in Umbria to the reduction of damages resulting from earthquakes as demonstrated in 2016 in which a decrease of 1.5 degrees of seismic intensity was observed, a decrease that occurred only in Umbria (reference, Umbria Region, DGR n. 1232/2017).

The elaborations made by the Regional Geological Section have shown that the macroseismic intensities ICM (references, Grünthal, 1998, with evaluations made similar to the damage percentages of the MCS scale of 1930, quantified by Molin in 2009 in increasing progression for the degrees of intensity  $\geq V$  MCS and according to the five levels of damage foreseen by the original scale indicated in the table reported in the Umbria Region, DGR n. 1232/2017), which occurred were lower than what would have been expected and compared to the other regional territories. In the elaboration reported below with the continuous lines are indicated in green the isolines with ICM occurred up to 8, in light blue between 8 and 9, in red over 9; with the dotted lines are indicated in green the ICM isolines up to 8 deriving from the recorded PGA, in light blue between 8 and 9, in red over 9.

The calculations made have identified values lower than 0.5 up to 3 degrees of macroseismic intensity. In the 3 Umbrian municipalities of the epicentral area (Norcia, Preci, Cascia) the elaborations made indicate that the areas with lower ICM values around  $3^\circ$  are about 5% for Norcia and Cascia, are between 20%-30% with ICM values lower than  $2^\circ$  for the municipalities of Norcia and Cascia and, for the value of  $1^\circ$  lower ICM, vary between 15% and 60% for the 3 municipalities. More generally, it can be stated that taking as a reference the complete extension of the 3 Umbrian municipalities of the epicentral zone (Norcia, Preci and Cascia), the ICM intensity detected was approximately 1.5 degrees lower than the ag/PGA recorded.





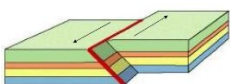
ICM (macroseismic intensity) isolines.

The knowledge acquired and the experience gained in managing the territory affected by various risks, including the FAC risk, has allowed us to limit the damage. The regional technical regulations, which have been drafted and then approved, have always taken into account the progressiveness of the detail of the investigations and the freedom of choice to be left to the designers to use unusual techniques in a conscious and motivated manner. This way of working has so far allowed us to limit the damage to things and people.

## 7-Bibliography

- Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016. *Ordinanza n. 83 del 2 agosto 2019, Approfondimenti conoscitivi in zone di attenzione per faglie attive e capaci, individuate con gli studi di microzonazione sismica condotti ai sensi dell'Ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017.* [ORDINANZE DEL COMMISSARIO - \(sisma2016.gov.it\)](https://www.sisma2016.gov.it/).
- Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016. *Ordinanza n. 119 del 13 agosto 2021, Disciplina degli interventi in aree interessate da Faglie Attive e Capaci e da altri dissesti idro-geomorfologici.* [ORDINANZE DEL COMMISSARIO - \(sisma2016.gov.it\)](https://www.sisma2016.gov.it/).
- Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016. *Decreto n. 306 del 26 ottobre 2020, Nomina gruppo di lavoro ai sensi dell'art.7 dell'Accordo di collaborazione scientifica tra il Commissario straordinario e INGV per la predisposizione di uno studio scientifico e di ricerca per la ridefinizione delle zone di attenzione delle Faglie Attive e Capaci individuate con gli studi di microzonazione sismica condotti ai sensi dell'ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017 nei comuni interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016.* [Decreti Commissario Legnini - anno 2020 - \(sisma2016.gov.it\)](https://www.sisma2016.gov.it/).

- Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome 2008- *ICMS: Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*. Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 515 pp., disponibile in [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view\\_pub.wp?contentId=PUB1137](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_pub.wp?contentId=PUB1137).
- Dipartimento della Protezione Civile-2012- *Schede GEO valutazione evento per gli aspetti geologici e geotecnici*. Decreto Capo Dipartimento Protezione Civile n. 828 del 05/03/12.
- Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome 2014- *Manuale per l'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE)*. Dipartimento della Protezione Civile, Roma, disponibile in [Manuale per l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza \(CLE\) dell'insediamento urbano | Dipartimento della Protezione Civile](#).
- Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome 2015- *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)*. Dipartimento della Protezione Civile, Roma, disponibile in [Line guida FAC \(protezionecivile.gov.it\)](#).
- Galli e altri-2005- *Surface faulting in Norcia (central Italy): a "paleoseismological perspective"*. Tectonophysics, 403, 117-130.
- Grünthal G.-1998- *European Macroseismic Scale 1998 EMS-98*, (Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie; 15), Luxembourg: Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 101.
- Ministero Infrastrutture e Trasporti-2018- *Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)*. D. Min. Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018. Supplemento ordinario n. 8 alla Gazzetta Ufficiale 20/02/2018.
- Motti A.-1997- *Principali terremoti e sequenze sismiche in Umbria*. Rapporto interno. DOI: [10.13140/RG.2.2.22718.09287](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22718.09287).
- Motti A. e altri-2004- *Studies of the local seismic hazard in areas with strategic buildings: application of a new local law aimed at the reduction of the seismic risk*. 32° International Geological Congress. Session of seismic risks in urban areas. Firenze, DOI: [10.13140/2.1.4774.8485](https://doi.org/10.13140/2.1.4774.8485)
- Motti A.-2004- *I depositi piroclastici perugini di Pian di Massiano*. 32° International Geological Congress. Session of seismic risks in urban areas. Firenze, DOI: [10.13140/RG.2.2.13896.94727](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13896.94727).
- Presidenza del Consiglio dei Ministri-2012- *Ordinanza n. 4007: Attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77*. Ordinanza n. 4007 del 29 Febbraio 2012 in Gazzetta Ufficiale n. 56 del 07/03/2012.
- Regione Umbria-AA.VV.-2006- *D.G.R. n. 1966 del 15/12/2004-Microzonazione sismica di Norcia-Stralcio 1*. Rapporto interno. DOI: [10.13140/2.1.3856.8322](https://doi.org/10.13140/2.1.3856.8322).
- Regione Umbria-AA.VV.-2007- *D.G.R. n. 1966 del 15/12/2004-Verifiche sismiche e analisi della risposta a fenomeni di fagliazione superficiale del complesso scolastico ITCG "Battaglia" di Norcia*. Rapporto interno, 22/03/2017.
- Regione Umbria-Servizio Geologico e Sismico-2013, *Cartografia di pericolosità sismica locale informatizzata vettoriale della Regione Umbria* in <http://www.territorio.regione.umbria.it/> e in <http://www.umbriageo.regione.umbria.it>.
- Regione Umbria-AA.VV.-2017- *D.G.R. n. 1232 del 23/10/2017- Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Adozione delle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazione (LQ), da instabilità di versante sismoindotte (FR)*. Bollettino Ufficiale Regione Umbria n. 48 dell'8/11/2017, S.O. n. 1.
- Regione Umbria, Sezione Geologica-AA.VV.-2017- *Rilievi da fagliazione superficiale*. Rapporto interno, 12/09/2017.



It's not my fault