

Sindaco  
Ginetta Menchetti

Responsabile del procedimento  
Luca Niccolai

Garante dell'informazione e della partecipazione  
Andrea Bernardini



Giugno 2020

## Relazione descrittiva del Rischio Sismico di 2° livello



*Progetto e coordinamento*  
Goffredo Serrini, Claudio Zagaglia  
e  
Laura Tavanti  
con  
Desirè Gambini, Sara Guarino, Patrizia Sodi

*VAS Valutazione Ambientale Strategica*  
Annalisa Pirello

*Ingegneria idraulica*  
Marco Benini (Studio Associato Schiatti, Benini, Bizzelli)

*Geologia*  
Giovanni e Fausto Capacci

*Acustica ambientale*  
Matteo Bertoneri

*Valutazione del Rischio Sismico*



Paolo Castellani

## Indice

1. Introduzione .....	2
2. Definizione di Rischio Sismico .....	2
3. Dati di base .....	3
4. Ambito di studio .....	4
5. Metodologie di valutazione ed elaborazione del Rischio Sismico.....	4
5.1 Pericolosità sismica di Livello 2.....	5
5.2 Vulnerabilità sismica di Livello 2.....	5
5.3 Esposizione sismica di livello 2 .....	8
5.4 Il Rischio sismico .....	10
6. Valutazioni conclusive .....	10
7. Elaborati prodotti .....	11

## 1. Introduzione

Su incarico e per conto dell'Amministrazione comunale di Civitella in Val di Chiana (AR), con determinazione n. 327 del 09/06/2020, abbiamo eseguito la valutazione del Rischio Sismico di livello 2 del territorio comunale di Civitella in Val di Chiana ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R del 30 gennaio 2020, Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della L.R. n. 65 del 10 novembre 2014.

La presente relazione descrittiva è a corredo degli elaborati cartografici richiesti per la Valutazione del Rischio Sismico.

2

## 2. Definizione di Rischio Sismico

Il Rischio Sismico rappresenta la probabilità che si verifichino danni da terremoto in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e della natura dei beni esposti.

La valutazione del Rischio Sismico nel territorio urbanizzato è il risultato della combinazione dei fattori di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione con riferimento ad aree omogenee.

Per la valutazione della pericolosità sismica si fa riferimento alla pericolosità sismica di base di ciascuna area omogenea e agli studi di Microzonazione sismica.

Per la valutazione della vulnerabilità sismica (propensione al danno dell'edificato) e dell'esposizione sismica (importanza degli elementi sul territorio) si fa riferimento alle informazioni di natura statistica relative alle singole aree omogenee supportate da elementi conoscitivi di maggior dettaglio, controllati direttamente sul territorio.

La valutazione del Rischio Sismico è sviluppata su due livelli di approfondimento. Il livello 1 è a cura della struttura regionale competente e rappresenta la base di riferimento per l'elaborazione delle mappe del livello 2.

Nel livello 1 la valutazione del rischio è definita per ciascuna area omogenea coincidente con una sezione di censimento ISTAT, combinando la pericolosità sismica di base ( $a_{g_{max}}$ ) con la vulnerabilità e l'esposizione ricavate da dati statistici relativi.

Il livello 2 ha come base il livello 1 e prevede un grado di maggiore accuratezza e di maggior dettaglio dei dati che concorrono alla definizione del Rischio Sismico.

A tal fine si utilizzano gli studi di microzonazione sismica per la pericolosità sismica di base, si determina la vulnerabilità dei centri urbani mediante censimenti locali e rilievi sul territorio, suddividendo le sezioni censuarie ISTAT in zone caratterizzate da omogeneità per età di primo impianto e/o tecniche costruttive e strutturali e si valuta l'esposizione al Rischio Sismico dei centri urbani, utilizzando dati sulla popolazione aggiornati e prodotti a scala comunale.

3

### 3. Dati di base

Per la valutazione del Rischio Sismico nel Comune di Civitella in Val di Chiana sono stati utilizzati i seguenti dati:

- CTR in scala 1:2.000;
- Banca dati regionale relativa alla periodizzazione della crescita urbana;
- Dataset di Ortofoto storiche (Servizio WMS Regione Toscana) anni 1954, 1978, 1988, 1996, 2001, 2007, 2016;
- Servizio cartografico di Google maps aggiornato al 2020 e Street View;
- Shapefile del Rischio Sismico Livello 1 Regione Toscana;
- Studio di Microzonazione Sismica di 2 livello e Analisi per la Condizione Limite d'Emergenza (CLE) del Comune di Civitella in Val di Chiana;
- Dati censuari ISTAT aggiornati al 2011;
- Strade e numeri civici, SITA Beni culturali e paesaggistici Regione Toscana;

- Elenco dei residenti comunali organizzati per via e numero civico, aggiornato al 2020 fornitoci dal Comune di Civitella in Val di Chiana;

## 4. Ambito di studio

Il Comune di Civitella in Val di Chiana, in base alla classificazione sismica attuale della Del. G.R.T. n°421 del 26 maggio 2014 (attuazione Ord. P.C.M. n°3519 del 28/04/2006 e D.M. 14/01/2008) aggiornata al 01/01/2019, è classificato in **zona sismica 3**.

Il territorio comunale di Civitella in Val di Chiana si estende per circa 100 km<sup>2</sup> ed ha una popolazione totale di 8910 abitanti (dato fornito dal Comune). Il Comune è caratterizzato da 17 località: Civitella in Val di Chiana, Pieve a Maiano, Viciomaggio, Tuori, Malpertuso, Badia al Pino, Pieve al Toppo, Tegoletto, Spoiano, Casali, Matroia, Albergo, Oliveto, Ciggiano, Cornia, Gebbia, Poggio Basso e case sparse.

Al fine del presente studio sono state prese in considerazione solo le aree esposte al Rischio Sismico nell'ambito del territorio urbanizzato definito ai sensi dell'art. 4, comma 3 della l.r. 65/2014 in sede di formazione del Piano Operativo, ovvero: Civitella in Val di Chiana, Pieve a Maiano, Viciomaggio, Tuori, Malpertuso, Badia al Pino, Pieve al Toppo, Tegoletto, Spoiano, Albergo, Oliveto, Ciggiano, Cornia e Gebbia.

Di conseguenza anche la popolazione considerata per l'esposizione al Rischio Sismico non è quella totale, ma quella che risiede nelle suddette località per un totale di circa 6800 persone.

## 5. Metodologie di valutazione ed elaborazione del Rischio Sismico

Come detto precedentemente nel capitolo 3, il Rischio Sismico deriva dalla combinazione di tre fattori: pericolosità sismica, vulnerabilità sismica ed esposizione sismica.

Di seguito si descrivono brevemente le metodologie utilizzate per la valutazione dei fattori di rischio e il livello di approfondimento raggiunto nel presente studio.

### 5.1 Pericolosità sismica di Livello 2

La pericolosità sismica è la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga).

Per definire la pericolosità di livello 2 si è fatto riferimento alla combinazione tra la Classe di Pericolosità determinata nel livello 1 (P) e l'Indice di Pericolosità Sismica Locale ( $I_{ploc}$ ) definito dallo studio di Microzonazione sismica di livello 2 del Comune di Civitella in Val di Chiana applicando la formula  $IP = P + I_{ploc}$  e seguendo quanto riportato alle tabelle 3 e 4 dell'Allegato 1 del D.P.G.R. n. 5 del 30 gennaio 2020.

Tab. 3

Pericolosità sismica	Valore di IP	Classe di Pericolosità ( $P_2$ )
alta	$IP \geq 6$	4
medio-alta	$IP = 5$	3
medio-bassa	$IP = 4$	2
bassa	$IP \leq 3$	1

Tab. 4

		Pericolosità sismica di base			
		Classe 4	Classe 3	Classe 2	Classe 1
Pericolosità sismica locale	Indice 4	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 3
	Indice 3	Classe 4	Classe 4	Classe 3	Classe 2
	Indice 2	Classe 4	Classe 3	Classe 2	Classe 1
	Indice 1	Classe 3	Classe 2	Classe 1	Classe 1

### 5.2 Vulnerabilità sismica di Livello 2

La vulnerabilità sismica rappresenta la propensione a subire un danno da parte del patrimonio edilizio e dei centri urbani a fronte di un evento sismico.

La vulnerabilità sismica di livello 1 è stata definita per ciascuna sezione di censimento ISTAT sulla base di dati statistici e sulla base delle conoscenze degli effetti dei terremoti sugli edifici definendo indicatori intrinseci ed estrinseci ai quali sono associati gli **Indici di vulnerabilità**.

Per la definizione della vulnerabilità sismica di livello 2 si è fatto riferimento al livello 1 e si sono svolte analisi di dettaglio sui singoli edifici sfruttando tecnologie come Street view di Google e svolgendo dettagliati e minuziosi sopralluoghi nei centri urbani del Comune di Civitella in Val di Chiana, ottenendo informazioni maggiormente dettagliate e aggiornate rispetto al precedente studio.

Per individuare l'Epoca di costruzione, e dunque l'**Indice d'epoca**, si è utilizzato uno studio della Regione Toscana relativo alla periodizzazione della crescita urbana dove gli edifici sono stati contrassegnati in base alla loro presenza, o meno, nei dati catastali e nelle ortofoto storiche degli anni '50, '78, '88 e '96.

Questo studio, risalente al 2011, è stato verificato, corretto e successivamente integrato per quanto riguarda i nuovi edifici costruiti dopo il 2011. La presenza e l'epoca di ciascun edificio è stata ricontrollata tramite le diverse ortofoto messe a disposizione dalla Regione Toscana e direttamente in situ.

Per definire la tipologia strutturale, e dunque l'**Indice di tipologia**, si è tenuto conto dell'epoca di costruzione e delle varie norme edilizie emanate negli anni con le relative regole costruttive considerando in linea di massima a partire dagli anni '80, un incremento della presenza di edifici in cemento armato e si è svolta un'attenta osservazione per ciascun edificio sia sfruttando il sistema Street view di Google, sia svolgendo numerosi sopralluoghi nelle frazioni del Comune di Civitella in Val di Chiana distinguendo gli edifici in cemento armato da quelli in muratura.

Per definire l'altezza degli edifici, e dunque l'**Indice di Altezza**, abbiamo valutato il numero di piani osservando ciascun edificio su Street view di Google e ricontrollandoli durante i sopralluoghi svolti in loco.

Individuate puntualmente tali caratteristiche intrinseche degli edifici si è proceduto, tramite la compilazione di fogli di calcolo sviluppati ad hoc, a calcolare gli indici per ciascuna sezione omogenea (vedi esempio alla tabella seguente).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	PIEVE A MAIANO							
2	<b>SEZ CENS</b>	<b>N. EDIF 100</b>	<b>N. EDIF 65</b>	<b>N. EDIF 35</b>	<b>N. EDIF 15</b>	<b>N. EDIF TOT</b>	<b>V. EPOCA</b>	<b>INDICE D'EPOCA</b>
3	<b>Ke</b>	100	65	35	15			
4	88		1		7	8	21.25	<b>1</b>
5	58	9	8	1	5	23	66.5217391	<b>2</b>
6	60	24	27	8	2	61	73.1967213	<b>3</b>
7								
8	<b>SEZ CENS</b>	<b>EDIF IN CA</b>	<b>N. EDIF TOT</b>	<b>RAPPORTO % CA SU TOT</b>				<b>INDICE DI TIPOLOGIA</b>
9	88	7	8	87.50%				<b>-1</b>
10	58	7	23	30.43%				<b>0</b>
11	60	6	61	9.84%				<b>0</b>
12								
13	<b>SEZ CENS</b>	<b>N. EDIF 1P</b>	<b>N. EDIF 2P</b>	<b>N. EDIF 3P</b>	<b>N. EDIF 4P</b>	<b>N. EDIF TOT</b>	<b>V. ALTEZZA</b>	<b>INDICE DI ALTEZZA</b>
14	<b>Kp</b>	0	0.500	0.750	0.875			
15	88	1	2	5	0	8	0.59375	<b>1</b>
16	58	8	7	7	1	23	0.41847826	<b>0</b>
17	60	19	27	13	2	61	0.40983607	<b>0</b>



Per definire la vulnerabilità urbana e dunque l'Indice di destinazione produttiva, e individuare le zone con edifici a grande luce ovvero l'Indice di tipologia costruttiva a grande luce per ciascuna area omogenea si sono utilizzati i dati ISTAT aggiornati.

Per la definizione dell'Indice di classificazione, si è tenuto conto della classificazione sismica del Comune di Civitella in Val di Chiana.

Dalla combinazione dei precedenti indici si è calcolato l'Indice di vulnerabilità sismica e si è definita la classe di vulnerabilità sismica di livello 2 secondo le relazioni presenti nella tabella 13 dell'Allegato 1 del D.P.G.R. n. 5 del 30 gennaio 2020.

Tab. 13

Vulnerabilità sismica	Valori di Iv	Classe di Vulnerabilità sismica (V)
alta	$Iv \geq 4$	4
medio-alta	$Iv = 3$	3
medio-bassa	$Iv = 2$	2
bassa	$Iv \leq 1$	1



### 5.3 Esposizione sismica di livello 2

L'Esposizione sismica è connessa con la natura, qualità, quantità dei beni esposti ed esprime la possibilità di subire un danno economico e sociale, sia in termini di vite umane che in termini di beni esposti.

L'esposizione sismica di livello 1 è stata stimata per ciascuna sezione di censimento ISTAT, a partire dai dati statistici disponibili forniti dall'ISTAT relativi a popolazione residente e numero di edifici e alla destinazione d'uso dell'area (abitativa o produttiva) ai quali sono stati associati specifici indici.

L'esposizione sismica di livello 2 è stata valutata a partire da dati di dettaglio forniteci direttamente dal Comune di Civitella in Val di Chiana nei quali erano presenti i nominativi di tutti i residenti del territorio comunale organizzati per via e numero civico.

Tali dati sono stati georeferenziati e utilizzati per valutare il numero di abitanti residenti in ciascuna area omogenea e per calcolare l'**Indice di densità abitativa**, tenendo conto della superficie in ettari dell'area e del numero di edifici presenti in essa, utilizzando fogli di calcolo sviluppati ad hoc (vedi esempio alla tabella seguente).

	A	B	C	D	E	F
1	PIEVE A MAIANO					
2	<b>SEZ CENS</b>	<b>POPOLAZIONE TOTALE</b>	<b>EDIFICI TOTALI</b>	<b>AREA (HA)</b>	<b>I densità</b>	<b>Indice di densità abitativa</b>
3						
4	88	35	8	5.32	<b>4.887218045</b>	<b>1</b>
5	58	45	23	1.99	<b>18.9279732</b>	<b>2</b>
6	60	150	61	6.82	<b>17.64418377</b>	<b>2</b>

In base alla destinazione d'uso dell'area omogenea ricavata dai dati ISTAT aggiornati si è calcolato per ogni zona un **Indice di Destinazione produttiva**.

Dalla combinazione dei precedenti indici di esposizione si è determinato l'Indice di esposizione sismica e si è definita la Classe di Esposizione di livello 2 secondo le relazioni presenti nella tabella 16 dell'Allegato 1 del D.P.G.R. n. 5 del 30 gennaio 2020.

Tab. 16

<b>Esposizione sismica</b>	<b>Valori di Ies</b>	<b>Classe di Esposizione (E)</b>
alta	Ies $\geq$ 4	4
medio-alta	Ies = 3	3
medio-bassa	Ies = 2	2
bassa	Ies = 1	1

Per quanto riguarda le aree produttive e industriali è emersa una problematica relativa alla valutazione dell'esposizione sismica. Infatti, considerando la popolazione residente in tali aree, che è solitamente esigua visto la specifica destinazione d'uso, l'esposizione risulta talvolta sottostimata. A tal fine nel livello 1, per ciascuna area industriale, era stato aumentato a 2 l'indice di destinazione produttiva su base ISTAT.

Per una valutazione più precisa di esposizione al Rischio Sismico delle aree industriali si è considerato, oltre alle valutazioni del livello 1 e al numero di residenti, anche i lavoratori che si recano quotidianamente in tali aree.

Purtroppo non ci è stato possibile ottenere il numero preciso di addetti che ogni giorno si reca nelle zone industriali del Comune di Civitella in Val di Chiana, quindi abbiamo implementato la popolazione in ciascuna zona produttiva di un valore ragionato ottenuto tenendo conto del numero di aziende presenti in ciascuna area, della loro superficie coperta e delle informazioni raccolte sul numero di addetti.

5.4 Il Rischio sismico

Tenendo conto delle suddette classificazioni relative alla Pericolosità (P), alla Vulnerabilità (V) e all'Esposizione (E) di livello 2, sulla base dell'Indicatore di Rischio (IR) che risulta dalla formula  $IR = P + V + E$  e sulla base dei *range* di valori di IR riportati in tabella 17 dell'Allegato 1 del D.P.G.R. n. 5 del 30 gennaio 2020 si sono attribuite le Classi di Rischio di livello 2.

Tab. 17

Rischio sismico	Valore di IR	Classe di Rischio
alta	$IR \geq 10$	4
medio-alta	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	$IR < 6$	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 4		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	4	4	3
3	medio-alta	4	4	3	3
2	medio-bassa	4	3	3	2
1	bassa	3	3	2	2

Indice di R		classe di V			
classe di P = 3		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	4	3	3
3	medio-alta	4	3	3	2
2	medio-bassa	3	3	2	2
1	bassa	3	2	2	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 2		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	3	3	2
3	medio-alta	3	3	2	2
2	medio-bassa	3	2	2	1
1	bassa	2	2	1	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 1		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	3	3	2	2
3	medio-alta	3	2	2	1
2	medio-bassa	2	2	1	1
1	bassa	2	1	1	1

6. Valutazioni conclusive

Rispetto alla valutazione di Rischio Sismico di livello 1 abbiamo ottenuto risultati più completi e di maggior dettaglio utilizzando:

- per la definizione della Pericolosità Sismica, i dati dello Studio di microzonazione sismica di secondo livello del 2019;
- per la definizione della vulnerabilità, dati puntuali sugli edifici di dettaglio e più recenti;

- **per la definizione dell'esposizione**, dati demografici a scala comunale e aggiornati al 2020.

In base a tutto ciò, rispetto alla cartografia di Rischio Sismico di livello 1, si registra un generale incremento delle classi di rischio, molte zone che erano in classe di rischio 1 sono passate in classe 2 e così via fino ad alcuni centri storici che da classe 3 sono passati in classe di rischio 4.

In tali centri storici, che in dettaglio sono quelli di Ciggiano, Albergo e Tegoletto, le abitazioni sono prevalentemente di due o tre piani, in muratura e risalenti a periodi precedenti agli anni '50 e dunque non adeguate alle moderne tecniche costruttive e maggiormente vulnerabili in caso di sisma.

Le sezioni ISTAT del livello 1 sono state ulteriormente suddivise ogniqualvolta abbiamo potuto distinguere zone con proprie caratteristiche omogenee per quanto riguarda l'epoca di primo impianto e la tipologia costruttiva degli edifici.

Di seguito si riportano due esempi esplicativi:

1. presso l'abitato di Civitella in Val di Chiana abbiamo modificato alcune sezioni esistenti e creato una nuova zona omogenea nella quale sono presenti edifici accumulati dalla stessa tipologia costruttiva in cemento armato e dalla stessa epoca di primo impianto (tutti edifici costruiti dopo il 1996). Questo è l'unico caso in tutto il territorio comunale analizzato dove una zona che era classificata in classe di rischio 3 è stata declassificata in classe 2;
2. presso l'abitato di Pieve al Toppo abbiamo suddiviso un'altra sezione ISTAT delineando una nuova zona omogenea caratterizzata dalla presenza di edifici industriali in cemento armato prevalentemente risalenti a dopo gli anni '90.

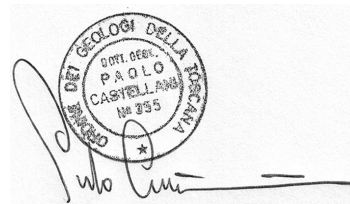
## 7. Elaborati prodotti

- Carta della Pericolosità Sismica di livello 2 in scala 1:5.000;
- Carta della Vulnerabilità Sismica di livello 2 in scala 1:5000;
- Carta dell'Esposizione Sismica di livello 2 in scala 1:5.000;

di Damiano Guarguaglini & C.

- Carta del Rischio Sismico di livello 2 in scala 1:5.000;
- Presente Relazione Illustrativa sulla valutazione delle Aree esposte al Rischio Sismico.

Poggibonsi, 29/06/2020



A handwritten signature in black ink is written over a circular professional stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "DOTT. GEG. PAOLO CASTELLANI" in the center, and "N. 255" at the bottom. A small star is visible at the bottom of the stamp.