



**Comune di PATERNOPOLI**

Provincia di Avellino



# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE



**REL. 4**

## Valutazione dei Rischi

SINDACO  
**geom. Salvatore Cogliano**

R.U.P.  
**geom. Quirino Di Benedetto**

SUPPORTO TECNICO  
ELABORAZIONI GRAFICHE  
**Arch. Alevidio Zoena**

## INDICE

<b>INDIRIZZI SPECIFICI PER TIPOLOGIA DI EVENTI</b> .....	<b>1</b>
<b>CONCETTO DI RISCHIO</b> .....	<b>2</b>
<b>SCENARI DI EVENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>RISCHI SIGNIFICATIVI SUL TERRITORIO COMUNALE</b> .....	<b>4</b>
TIPOLOGIA DI RISCHIO PRESENTE SUL TERRITORIO COMUNALE .....	5
<b>RISCHIO INCENDI DI INTERFACCIA</b> .....	<b>6</b>
<b>VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ</b> .....	<b>8</b>
<b>VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ</b> .....	<b>12</b>
<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO</b> .....	<b>14</b>
CALCOLO DELLE PERSONE COINVOLTE .....	15
<b>RISCHIO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>17</b>
<b>RISCHIO IDRAULICO</b> .....	<b>18</b>
<b>RISCHIO FRANE</b> .....	<b>21</b>
PRECEDENTI STORICI .....	22
SCENARIO DI RISCHIO DI RIFERIMENTO .....	22
CALCOLO DELLE PERSONE COINVOLTE.....	24
<b>RISCHIO SISMICO</b> .....	<b>25</b>
<b>LA RETE DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>28</b>
LA RETE SISMICA NAZIONALE .....	28
LA RETE SISMICA REGIONALE .....	30
<b>SCENARIO DELL'EVENTO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>31</b>
<b>PERICOLOSITÀ SISMICA</b> .....	<b>32</b>
STORIA SISMICA.....	34
INPUT SISMICI DI RIFERIMENTO .....	37
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO.....	39
<b>VULNERABILITÀ DEL PATRIMONIO EDILIZIO</b> .....	<b>41</b>
SCENARI DI DANNO .....	43
ESPOSIZIONE.....	46
CALCOLO PERSONE COINVOLTE .....	46

## INDIRIZZI SPECIFICI PER TIPOLOGIA DI EVENTI

I principali tipi di eventi calamitosi che possono verificarsi sul territorio regionale sono riportati nelle “Linee Guida per la redazione sei Piani di Emergenza Comunale” edizione 2013 prodotte dalla Regione Campania:

- Rischio idrogeologico compreso quello da mareggiata;
- Rischio sismico;
- Rischio vulcanico;
- Rischio incendi boschivi e di interfaccia;
- rischio chimico industriale.

In riferimento a questi eventi calamitosi che possono verificarsi sul territorio regionale si evidenzia che:

- nel rischio idrogeologico non si terrà conto di quello da mareggiata in quanto il territorio del comune si trova nell’entroterra;
- il rischio vulcanico non sarà valutato in quanto il territorio del comune si trova a notevole distanza dal Vesuvio;
- il rischio chimico industriale non sarà valutato in quanto non sono presenti attività industriali con tale rischio.

Pertanto, saranno trattati solo i rischi principali presenti nel territorio comunale.

Per essi, oltre a fornire gli indirizzi per l’acquisizione degli scenari di evento e di danno da assumere per la definizione delle azioni di risposta del sistema comunale di protezione civile in caso di emergenza, sono affrontate le tematiche relative alle tipologie di rischio e ambiti d’intervento.

Per ciascuno dei rischi elencati, il Piano contiene specifiche sezioni tecniche che potranno essere integrate in seguito in relazione al progressivo affinamento degli scenari e al completamento del censimento risorse ed elementi esposti a rischio.

## **CONCETTO DI RISCHIO**

Il Rischio è rappresentato dalla possibilità che un evento calamitoso possa causare effetti dannosi sulla popolazione, sugli insediamenti abitativi e produttivi e sulle infrastrutture, all'interno di una particolare area, in un determinato periodo di tempo.

L'insorgenza di un evento calamitoso può essere determinata da due differenti fattori:

- **RISCHI NATURALI**  
Terremoti, Alluvioni, Frane, Eruzioni vulcaniche, Incendi boschivi;
- **RISCHI ANTROPICI**  
Incidenti industriali, Incendi urbani, Sversamenti, Black-out.

Il concetto di rischio è, quindi, legato non solo alla capacità di calcolare la probabilità che un evento pericoloso accada, ma anche alla capacità di definire il danno provocato.

Il rischio è traducibile nella formula:  **$R = P \times V \times E$**

**P** = Pericolosità:

la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.

**V** = Vulnerabilità:

la vulnerabilità di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

**E** = Esposizione:

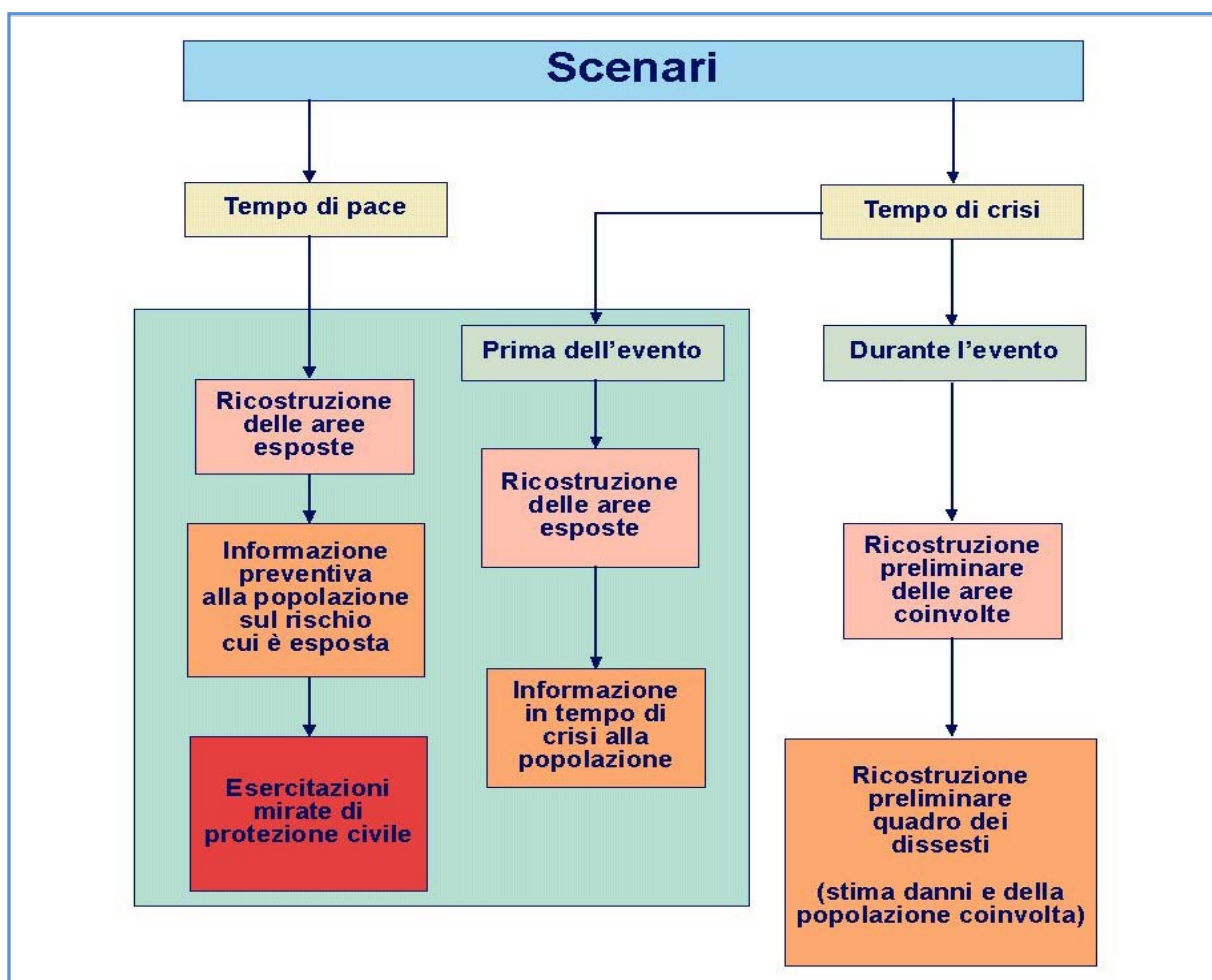
è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti.

L'attività di previsione, pertanto, mira a valutare gli scenari di rischio e, quando possibile, a preannunciare, monitorare, sorvegliare e vigilare gli eventi e i livelli di rischio attesi.

Allertamento, pianificazione, formazione, diffusione della conoscenza della Protezione Civile, informazione alla popolazione, esercitazioni e applicazione della normativa tecnica sono i principali strumenti di Protezione Civile per la prevenzione dei rischi sul territorio e hanno l'obiettivo di evitare o limitare i danni in caso di emergenza.

## SCENARI DI EVENTO

Gli scenari identificano e rappresentano gli eventi calamitosi che possono interessare il territorio in termini sia di tipologia che di magnitudo attesa per ciascun processo. La funzione fondamentale degli scenari è quella di prevedere le conseguenze di un determinato evento per poter definire la struttura organizzativa (risorse umane e strumentali) dell'ente preposto alle azioni di Protezione Civile e le procedure di intervento per fronteggiare l'emergenza.



Durante lo stato di crisi gli scenari di evento svolgono un importante ruolo nel fornire elementi utili alla gestione dell'emergenza, consentendo una prima stima della gravità dell'evento in termini sia di popolazione che ne può essere coinvolta, sia di danni attesi sulla struttura socio-economica locale. In tempo di pace, costituiscono lo strumento fondamentale per la comunicazione preventiva alla popolazione circa gli effetti e le situazioni di crisi che possono determinarsi sul territorio.

Una delle possibili misure di mitigazione del rischio rimane, infatti, la condivisione della conoscenza di ciò che può accadere e di come farvi fronte; l'individuazione delle zone a rischio definite nelle carte di scenario, consente di avviare azioni di sensibilizzazione della popolazione residente in tali aree, tramite simulazioni volte a diffondere la conoscenza della modalità di diffusione degli allarmi e dei comportamenti da adottare in modo da estendere la capacità di autodifesa.

La zonizzazione e quantificazione del rischio attraverso gli scenari, rappresenta inoltre la base sulla quale sviluppare in tempo di pace azioni mirate alla salvaguardia del territorio, anche in termini di indirizzo della pianificazione urbanistica locale. Il Piano di Protezione Civile costituisce l'insieme delle procedure operative d'intervento da attuarsi nel caso si verifichi un evento calamitoso contemplato in apposito scenario. È pertanto evidente l'importanza della corretta identificazione degli scenari, relativamente alle situazioni di pericolosità e di rischio gravanti sul territorio.

## **RISCHI SIGNIFICATIVI SUL TERRITORIO COMUNALE**

La pianificazione comunale di Protezione Civile deve considerare i rischi presenti sul proprio territorio, tenendo conto però che la struttura locale dovrà operare anche in presenza di eventi la cui direzione unitaria è in capo ai livelli superiori.

Tra le categorie di competenza comunale, le tipologie potenzialmente riscontrabili sul territorio del Comune di Paternopoli, sono riportate nella tabella sottostante con l'indicazione delle relazioni nelle quali è valutato il rischio e delle tavole grafiche nelle quali sono evidenziati i risultati delle valutazioni effettuate.

TIPOLOGIA DI RISCHIO PRESENTE SUL TERRITORIO COMUNALE			
RISCHIO	RELAZIONE	TAVOLA GRAFICA	
REL. 4	INCENDIO	TAV. 4a	Carta Uso del Suolo
			Carta degli Incendi Pregressi
		TAV. 4b	Carta della Pericolosità
		TAV. 4c	Carta della Vulnerabilità
REL. 4	IDROGEOLOGICO FRANE	TAV. 4d	Carta del Rischio
		TAV. 5a	Carta Geologica
		TAV. 5b	Inventario dei Fenomeni Franosi (IFFI)
		TAV. 5c	Carta della Pericolosità (IFFI)
		TAV. 5d	Carta Ambito Frane (PSAI)
TAV. 5e	Carta del Rischio (PSAI)		
REL. 4	SISMICO	--	Valutazione dei Rischi

Le diverse categorie di rischio sono state esaminate con livelli di approfondimento differenti, in funzione della significatività della tipologia di rischio e della disponibilità di elementi conoscitivi. La relazione tra lo scenario di pericolosità e gli elementi vulnerabili presenti sul territorio consente pertanto di valutare l'incidenza del rischio sulla struttura socio-economica e infrastrutturale del territorio.

## **RISCHIO INCENDI DI INTERFACCIA**

Per interfaccia urbano-rurale si definiscono quelle zone, aree o fasce, nelle quali l'interconnessione tra strutture antropiche e aree naturali è molto stretta; cioè sono quei luoghi geografici dove il sistema urbano e quello rurale si incontrano ed interagiscono, così da considerarsi a rischio d'incendio di interfaccia, potendo venire rapidamente in contatto con la possibile propagazione di un incendio originato da vegetazione combustibile. Tale incendio, infatti, può avere origine sia in prossimità dell'insediamento (ad es. dovuto all'abbruciamento di residui vegetali o all'accensione di fuochi durante attività ricreative in parchi urbani e/o periurbani, ecc.), sia come incendio propriamente boschivo per poi interessare le zone di interfaccia.

Nella presente sezione, fatte salve le procedure per la lotta attiva agli incendi boschivi di cui alla Legge 353/2000, l'attenzione sarà rivolta agli incendi di interfaccia per pianificare il modello d'intervento in grado di fronteggiarne la pericolosità e controllarne le conseguenze sull'integrità della popolazione, dei beni e delle infrastrutture esposte.

### **Definizione e perimetrazione delle fasce e delle aree di interfaccia**

Per interfaccia in senso stretto si intende una fascia di contiguità tra le strutture antropiche e la vegetazione ad essa adiacente esposte al contatto con i sopravvenienti fronti di fuoco. In via di approssimazione la larghezza di tale fascia è stimabile tra i 25-50 metri e comunque estremamente variabile in considerazione delle caratteristiche fisiche del territorio, nonché della configurazione della tipologia degli insediamenti.

Tra i diversi esposti particolare attenzione è stata rivolta alle seguenti tipologie:

- Strutture sanitarie;
- Insediamenti abitativi (sia agglomerati che sparsi);
- Scuole;
- Insediamenti produttivi;
- Luoghi di ritrovo (stadio, aree picnic, etc.);
- Infrastrutture ed opere relative alla viabilità ed ai servizi essenziali e strategici.

Per valutare il rischio conseguente agli incendi di interfaccia è necessario definire innanzitutto la pericolosità nella porzione di territorio potenzialmente interessata dai possibili eventi calamitosi ed esterna al perimetro della fascia di interfaccia (o interfaccia) e la vulnerabilità degli esposti presenti in tale fascia.

Sono state individuate e delimitate le aree antropizzate presenti sul territorio comunale, ed in particolare è stato individuato il centro urbano.

Grazie alla mappatura del territorio della Regione Campania secondo il metodo “Corinne Land Cover” e sulla base delle indicazioni delle “Linee Guida” della Regione Campania, sono stati definiti tre livelli di Pericolosità e tre di Vulnerabilità (Alta, Media e Bassa).

Dal prodotto tra Pericolosità e Vulnerabilità sono calcolati quattro livelli di Rischio (Alto, Medio, Basso e Nullo).

Per l'individuazione delle aree a rischio si è proceduto tracciando un “buffer” di 200 m intorno al centro urbano ed alle zone abitate (frazioni) ed individuando le aree di sovrapposizione tra tale buffer e le zone interessate dalle 4 tipologie di vegetazione potenzialmente pericolose.

Tale fascia sarà utilizzata per la valutazione sia della Pericolosità che delle fasi di allerta da porre in essere.

Il sistema insediativo del Comune di Paternopoli è costituito dal centro urbano principale e da cinque aggregati.

Le analisi condotte secondo la metodologia sopra esposta hanno interessato l'intero sistema insediativo e infrastrutturale, al fine di pervenire ad un quadro quanto più esaustivo possibile del livello di esposizione al rischio incendi di tutte le località abitate, così da fornire all'Amministrazione Comunale uno strumento idoneo ad approntare tutte le attività di supporto e soccorso alla popolazione connesse al possibile evento incendio.

## VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

Sulla base delle diverse caratteristiche vegetazionali predominanti, sono state individuate delle sotto-aree all'interno della fascia perimetrale il più possibile omogenee sia con presenza e diverso tipo di vegetazione nonché sull'analisi comparata nell'ambito di tali sotto-aree di sei fattori, cui è stato attribuito un peso diverso a seconda dell'incidenza che ognuno di questi ha sulla dinamica dell'incendio.

I fattori presi in considerazione sono i seguenti:

**Tipo di vegetazione:** le formazioni vegetali hanno comportamenti diversi nei confronti dell'evoluzione degli incendi a seconda del tipo di specie presenti.

FATTORE	VEGETAZIONE	
<b>RILEVAMENTO DATI</b>	Tramite carta forestale, carta uso del suolo, ortofoto, in situ	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Coltivi e Pascoli	0
	Coltivi abbandonati e Pascoli abbandonati	2
	Boschi di Latifoglie e Conifere montane	3
	Boschi di Conifere mediterranee e macchia	4

**Densità della vegetazione:** rappresenta il carico di combustibile presente che contribuisce a determinare l'intensità e la velocità dei fronti di fiamma.

FATTORE	DENSITA' VEGETAZIONE	
<b>RILEVAMENTO DATI</b>	Tramite ortofoto, in situ	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Rada	2
	Colma	4

**Pendenza:** la pendenza del terreno ha effetti sulla velocità di propagazione dell'incendio. Si individua attraverso l'analisi delle curve di livello della carta topografica o dai rilevamenti in situ.

FATTORE	PENDENZA	
RILEVAMENTO DATI	Tramite curve di livello, in situ	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Assente	0
	Moderata o Terrazzamento	1
	Accentuata	2

**Tipo di contatto:** contatti delle sotto-aree con aree boscate o incolti senza soluzione di continuità influiscono in maniera determinante sulla pericolosità dell'evento. Da valutare con attenzione anche la pericolosità di interfaccia occlusa attorno ad insediamenti isolati.

FATTORE	CONTATTO CON AREE BOScate	
RILEVAMENTO DATI	Tramite ortofoto, in situ	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Nessun Contatto	0
	Contatto discontinuo o limitato	1
	Contatto continuo a monte o laterale	2
	Contatto continuo a valle: nucleo completamente circondato	4

**Incendi pregressi:** particolare attenzione è stata posta alla serie storica degli incendi pregressi che hanno interessato il nucleo insediativo e la relativa distanza a cui sono stati fermati.

FATTORE	DISTANZA DAGLI INSEDIAMENTI DEGLI INCENDI PREGRESSI	
RILEVAMENTO DATI	Tramite aree percorse dal fuoco CFS	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Assenza di incendi	0
	100 m < evento < 200 m	4
	Evento < 100 m	8

**Classificazione del piano AIB:** è la classificazione dei comuni per classi di rischio contenuta nel piano regionale di previsione, prevenzione e lotta contro gli incendi boschivi redatta ai sensi della 353/2000. L'assenza di informazioni sarà assunta equivalente ad una classe bassa di rischio.

FATTORE	CLASSIFICAZIONE PIANO A.I.B.	
RILEVAMENTO DATI	Tramite piano AIB regionale	
	CRITERI	VALORE NUMERICO
	Basso	0
	Medio	2
	Alto	4

### Classi di Pericolosità

Il grado di pericolosità scaturisce dalla somma dei valori numerici attribuiti a ciascuna area individuata.

FASCIA PERIMETRALE DI 200 METRI	VALORE NUMERICO
FATTORE ANALIZZATO	AREA RIFERIMENTO
VEGETAZIONE	
DENSITA' VEGETAZIONE	
PENDENZA	
CONTATTO CON AREE BOScate	
DISTANZA DAGLI INSEDIAMENTI DEGLI INCENDI PREGRESSI	
CLASSIFICAZIONE PIANO A.I.B.	
TOTALE	

Il valore ottenuto può variare da un minimo di 0 a un massimo di 26 che rappresentano rispettivamente la situazione a minore pericolosità e quella più esposta.

Sono individuate pertanto tre classi di Pericolosità agli Incendi di Interfaccia, indicate con i relativi intervalli utilizzati per l'attribuzione:

CLASSE PERICOLOSITA'	INTERVALLI NUMERICI
BASSA	$X \leq 10$
MEDIA	$11 \leq X \leq 18$
ALTA	$X \geq 19$

## VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ

E' stato necessario considerare tutti gli elementi esposti presenti nella fascia di interfaccia che potrebbero essere interessati direttamente dal fronte del fuoco. Nel caso di frazioni isolate di piccole dimensioni è stata presa in considerazione l'intero abitato.

A tal fine la fascia è stata suddivisa nel suo sviluppo longitudinale in tratti sul cui perimetro esterno insiste una Pericolosità omogenea. Effettuata tale individuazione si è provveduto a valutarne all'interno di ciascun tratto la Vulnerabilità procedendo con il metodo speditivo, valutando un peso complessivo sulla base del numero degli esposti presenti in ciascuna classe di sensibilità, di cui alla tabella successiva, moltiplicato per il peso relativo della classe stessa. In pratica si è proceduto a sommare la vulnerabilità di tutti gli esposti presenti in quel tratto di fascia di interfaccia.

FASCIA DI INTERFACCIA 50 METRI		LOCALITA'		CODICE ZONA
BENE ESPOSTO			SENSIBILITA'	VALORE
EDIFICATO		CONTINUO	10	
		DISCONTINUO	10	
		OSPEDALI	10	
		SCUOLE	10	
		CASERME	10	
		ALTRI EDIFICI STRATEGGICI	10	
		CENTRALI ELETTRICHE	10	
VIABILITA'		PRINCIPALE	10	
		SECONDARIA	8	
INFRASTRUTTURE		PER LE TELECOMUNICAZIONI	8	
		PER IL MONITORAGGIO METEOROLOGICO	8	
EDIFICATO PARTICOLARE		EDIFICATO INDUSTRIALE, COMMERCIALE O ARTIGIANALE	8	
		EDIFICI DI INTERESSE CULTURALE	8	
LUOGHI DI TRASPORTO		AEROPORTI	8	
		STAZIONI FERROVIARIE	8	
AREE DI DEPOSITO		PER DEPOSITO E STOCCAGGIO	8	
IMPIANTI E LUOGHI LUDICI		IMPIANTI SPORTIVI E LUOGHI RICREATIVI	8	
AREE		DEPURATORI	5	
		DISCARICHE	5	
		VERDE ATTREZZATO	5	
		CIMITERI	2	
		PER IMPIANTI ZOOTECNICI	2	
		IN TRASFORMAZIONE / COSTRUZIONE	2	
		NUDE	2	
LUOGHI LAVORAZIONE PARTICOLARE		CAVE ED IMPIANTI DI LAVORAZIONE	2	
<b>TOTALI</b>				
<b>CLASSE DI VULNERABILITA'</b>				

Ottenuti tutti i valori, l'intervallo tra il valore massimo ed il minimo è stato diviso in tre parti, corrispondenti all'ampiezza delle tre classi di Vulnerabilità:

VALORI ASSOLUTI		AMPIEZZA	LIMITI CLASSE MEDIA	
		$(V_{max}-V_{min})/3$	$V_{min}+Ampiezza$	$V_{max}-Ampiezza$
Vmin				
Vmax				

### Classi di Vulnerabilità

In tal modo ad ogni settore della fascia di interfaccia è stato attribuito un valore di vulnerabilità bassa, media o alta.

CLASSE PERICOLOSITA'	INTERVALLI NUMERICI
BASSA	$X \leq 21$
MEDIA	$21 \leq X \leq 33$
ALTA	$X > 33$

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La probabilità che un incendio boschivo si verifichi e causi danni a persone e/o a cose rappresenta il rischio di incendio boschivo. La valutazione del rischio è stata ottenuta associando il valore della Pericolosità con quello della Vulnerabilità attribuito a ciascun settore della fascia di interfaccia:

CLASSI di RISCHIO		PERICOLOSITA'		
		Alta	Media	Bassa
VULNERABILITA'	Alta	<b>R4</b> Alto	<b>R4</b> Alto	<b>R3</b> Medio
	Media	<b>R4</b> Alto	<b>R3</b> Medio	<b>R2</b> Basso
	Bassa	<b>R3</b> Medio	<b>R2</b> Basso	<b>R1</b> Nullo

Il risultato finale di tale operazione applicata è la "Carta del Rischio", ove con una diversa colorazione sono state indicate le differenti classi di rischio (R1, R2, R3, R4).

CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO	
INDICE	TIPOLOGIA
<b>R1</b>	Esposizione limitata – danni minimi
<b>R2</b>	Nessun rischio per la vita umana – Rischio limitato per beni e strutture
<b>R3</b>	Esposizione parziale, possibilità di danni a beni e strutture, possibile perdita di vite umane
<b>R4</b>	Probabile perdita di vite umane, danni gravi a beni e strutture

### CALCOLO DELLE PERSONE COINVOLTE

Di seguito si riporta il calcolo dettagliato con il quale si è attribuito l'Indice di Rischio alle zone individuate (**Tavola 4d**) con il rispettivo numero delle persone coinvolte.

CENTRO ABITATO – ZONA 1																											
LETTERA	A	B	C	D	F	G	H	I	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	Z	J	K	W	X	Y	E	Q	
RISCHIO	R1	R1	R1	R3	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3	R2	R3	R1	R3	R2	R1	R3	R2	R3	R3	R3	R3	R3	R3
PERSONE	46	10	10	35	43	20	19	161	16	12	10	17	43	25	130	55	14	61	33	50	95	2	25	160	8	7	

LOCALITA' CALORE_CASALE – ZONA 2																										
LETTERA	A	B	D	E	G	H	I	L	M	N	O	C	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RISCHIO	R1	R1	R1	R2	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R3	R3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSONE	22	5	4	4	10	5	4	9	28	17	8	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LOCALITA' MATTINE – ZONA 3																										
LETTERA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RISCHIO	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSONE	15	11	12	12	12	10	15	30	16	10	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LOCALITA' PALOMBARA – ZONA 4																										
LETTERA	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RISCHIO	R3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSONE	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LOCALITA' GAUDO – ZONA 5																								
LETTERA	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RISCHIO	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSONE	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LOCALITA' VALLICELLI – ZONA 6																								
LETTERA	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RISCHIO	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSONE	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RIEPILOGO DELLE PERSONE COINVOLTE						
ZONA	LOCALITA'	INDICE DI RISCHIO				TOTALE PERSONE
		R1	R2	R3	R4	
1	CENTRO ABITATO	242	391	474	0	1.107
2	CALORE_CASALE	112	4	11	0	127
3	MATTINE	158	0	0	0	158
4	PALOMBARA	0	0	13	0	13
5	GAUDO	3	0	0	0	3
6	VALLICELLI	8	0	0	0	8
<b>TOTALI</b>		<b>523</b>	<b>395</b>	<b>498</b>	<b>0</b>	<b>1.416</b>

## RISCHIO IDROGEOLOGICO

Con il termine rischio idrogeologico si descrive il rischio da inondazione, frane ed eventi meteorologici pericolosi di forte intensità e breve durata. Il dissesto idrogeologico rappresenta per il nostro Paese un problema di notevole rilevanza, visti gli ingenti danni arrecati ai beni e, soprattutto, la perdita di moltissime vite umane. Tra i fattori naturali che predispongono il nostro territorio a frane ed alluvioni, rientra senza dubbio la conformazione geologica e geomorfologica, caratterizzata da un'orografia giovane e da rilievi in via di sollevamento.

Tuttavia il rischio idrogeologico è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi erano possibili e si sono poi manifestati, a volte con effetti catastrofici. L'abbandono dei terreni montani, l'abusivismo edilizio, il continuo disboscamento, l'uso di tecniche agricole poco rispettose dell'ambiente, l'apertura di cave di prestito, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, l'estrazione incontrollata di fluidi (acqua e gas) dal sottosuolo, il prelievo abusivo di inerti dagli alvei fluviali, la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua hanno sicuramente aggravato il dissesto e messo ulteriormente in evidenza la fragilità del territorio italiano.

Questa tipologia di rischio può essere prodotto da:

- movimento incontrollato di masse d'acqua sul territorio, a seguito di precipitazioni abbondanti o rilascio di grandi quantitativi d'acqua da bacini di ritenuta (alluvioni);
- instabilità dei versanti (frane), anch'essi spesso innescati dalle precipitazioni o da eventi sismici;
- nonché da eventi meteorologici pericolosi quali forti mareggiate, neviccate, trombe d'aria.

Le due tipologie prevalenti di rischio idrogeologico sono:

- **RISCHIO IDRAULICO**

da intendersi come rischio di inondazione da parte di acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali e da mareggiata;

- **RISCHIO FRANE**

da intendersi come rischio legato al movimento o alla caduta di materiale roccioso o sciolto causati dall'azione esercitata dalla forza di gravità.

## **RISCHIO IDRAULICO**

Il Comune di Paternopoli ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Liri Volturno Garigliano, con il Fiume Calore, sul versante ovest, e con il Torrente Fredane, sul versante est, la cui percorrenza interessa strettamente aree agricole.

Fino alla data del 18/02/2021, l'Autorità non aveva individuato nel territorio comunale di Paternopoli aree a rischio di esondazione nel suo Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio Idraulico come riscontrato dallo studio degli elaborati presenti nel sito web dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Dalla suddetta data, con decreto del Segretario Generale n. 200, è stata adottata la proposta di modifica di perimetrazione e/o classificazione di pericolosità del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni – (PSDA) relativamente al comune di Paternopoli.

Al decreto sono stati allegati i seguenti elaborati:

- a) Stralcio Comunale tavola PAI vigente con evidenziazione delle aree oggetto di modifica vigente;
- b) Proposta di ripermetrazione – riclassificazione del PAI.

In riferimento agli allegati al Decreto n. 200/2021, di cui si riportano i grafici, il rischio alluvione per il comune di Paternopoli non è una tipologia di rischio apprezzabile in quanto non interessa persone e strutture.

Stralcio Comunale tavola PAI vigente con evidenziazione delle aree oggetto di modifica vigente



Proposta di ripermimetrazione – riclassificazione del PAI



## **RISCHIO FRANE**

Il paesaggio, inteso come la fisionomia del territorio, è considerato abitualmente come un insieme di forme che non cambiano nel tempo. In realtà esso cambia in continuazione, con processi estremamente lenti a noi impercettibili. Solo in alcuni casi, come quello delle frane, gli eventi possono avvenire in tempi anche rapidi, cambiando in pochi istanti la fisionomia del suddetto territorio.

I fenomeni franosi possono essere considerati come processi morfogenetici tra i più rilevanti nelle aree appenniniche, costituendo un evento ricorrente, nel tempo e nello spazio, e determinando situazioni di significativo rischio per la presenza di abitati ed infrastrutture. Essi sono dunque importanti, non solo per la loro intrinseca pericolosità, ma anche per la loro incidenza nelle modifiche delle forme del rilievo.

Va evidenziato che essi costituiscono indubbiamente una delle cause principali di rischio per l'incolumità di beni e persone. In Italia, si stima che le vittime a causa di fenomeni franosi sono circa il 32% del totale delle morti per catastrofi naturali. Tale dato ci indica che, appunto, i fenomeni franosi sono dopo i terremoti, le calamità naturali più pericolose. E' quindi necessaria, per evitare che tali fenomeni provochino gravi danni economici ma soprattutto perdite umane, la realizzazione di interventi che non contrastano la natura del suolo e la messa in opera di strutture capaci di prevenire rischi sia per l'uomo che per le infrastrutture.

La definizione più corretta e ampiamente accettata del termine "frana" si deve a Coates (1977): "movimento controllato dalla gravità, superficiale o profondo, con velocità da lenta a rapida, ma non lentissima, che coinvolge i materiali costituenti una porzione di versante o lo stesso", sono esclusi, quindi i fenomeni di creep e di subsidenza.

Invece, la classificazione delle frane più utilizzata a livello internazionale è basata sul sistema proposto da Varnes (1978) e integrato dagli approfondimenti di altri autori negli anni successivi.

Le cause che predispongono e determinano una frana sono molteplici, complesse e spesso combinate tra loro. Tali cause sono definite da quei fattori geologici, idrogeologici, morfologici, strutturali e geologico-tecnici, oltre a quelli climatici, vegetativi e antropici, che ne determinano e controllano i caratteri tipologici e cinematici di una frana.

Le frane presentano condizioni di pericolosità diverse a seconda della loro massa e velocità: una massa ridotta e una velocità costante e ridotta su lunghi periodi

caratterizza dissesti franosi a bassa pericolosità, mentre una massa cospicua ed una velocità che aumenta rapidamente caratterizza dissesti a pericolosità più alta.

Ai fini della prevenzione, un problema di non semplice risoluzione è quello di definire i precursori e le soglie, intese sia come quantità di pioggia in grado di innescare il movimento franoso che come spostamenti/deformazioni del terreno, superati i quali si potrebbe avere il collasso delle masse instabili.

Per un'efficace difesa dalle frane possono essere realizzati interventi non strutturali, quali norme di salvaguardia sulle aree a rischio, sistemi di monitoraggio e piani di emergenza, e interventi strutturali, come muri di sostegno, ancoraggi, micropali, iniezioni di cemento, reti paramassi, strati di spritz-beton, etc..

## PRECEDENTI STORICI

Nel comune di Paternopoli nell'archivio AVI sono censiti 2 eventi franosi ([http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/avi/frane\\_comune.php?lingua=it](http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/avi/frane_comune.php?lingua=it))

Nel Comune di **Paternopoli** sono state censite 2 Frane

Regione	Provincia
Campania	Avellino

Numero	Località	Data	Ambiente fisiografico
6300248	Cieloferrazzo - Lungo la linea ferroviaria Avellino-Rocchetta Sant'Antonio	15/4/1991	Collina
300919	Paternopoli	16/6/1987	

## SCENARIO DI RISCHIO DI RIFERIMENTO

Per la definizione dello scenario di rischio si è fatto riferimento le aree di attenzione (A1, A2, A3 e A4) e alle classi a rischio idrogeologico (R1, R2, R3 e R4) perimetrate nei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Rischio Frane redatti dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno.

In essa sono state perimetrate le aree che definiscono lo scenario di rischio, classificate nel seguente modo:

- Area di Attenzione Potenzialmente Alta (Apa) – Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio;

- Area di moderata attenzione (A1) – Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa;
- Area di media attenzione (A2) – Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media;
- Area di medio-alta attenzione (A3) – Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità;
- Area di alta attenzione (A4) – Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni d'inesco transito ed invasione di frana a massima intensità di attesa alta.
- Area a Rischio Moderato (R1) – Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientali sono marginali.
- Area a Rischio Medio (R2) – Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- Area a Rischio Medio-Alto (R3) – Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- Area a Rischio Alto (R4) – Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- Area di Rischio Potenzialmente Alto (Rpa) – Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livelli di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

### CALCOLO DELLE PERSONE COINVOLTE

Sulla base della perimetrazione delle aree di Pericolosità sono stati individuati gli elementi esposti, ovvero le persone e i beni che si ritiene potrebbero essere interessati dall'evento atteso, quelli, cioè, che ricadono all'interno delle suddette aree.

Gli elementi esposti (abitati e i tratti viari) sono stati cartografati nella **Tavola 5e – Rischio Idrogeologico: Frana** con l'individuazione degli abitati potenzialmente esposti.

I risultati della popolazione a rischio sono elencati nella tabella sottostante.

PERSONE COINVOLTE											
RIFERIMENTO ZONA		AREA DI ATTENZIONE					AREA DI RISCHIO				
ID	OBJECTID	Apa	A1	A2	A3	A4	Rpa	R1	R2	R3	R4
F1	6492			21							
F2	6495								3		
F3	6543								4		
F4	6575								8		
F5	6619								27		
F6	6555								37		
F7	6628			3							
F8	6627								2		
F9	6599								2		
F10	6732			4							
F11	12785			4							
F12	12800			3							
F13	12802								2		
F14	6989			6							
F15	7051		4								
F16	6725					4					
F17	6851		2								
F18	6864								5		
F19	6779					7					
<b>TOTALE</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## RISCHIO SISMICO

La penisola italiana, come tutto il bacino del Mediterraneo, è interessata da un'intensa attività sismica che si verifica in aree che sono state identificate come sede di equilibri dinamici tra la placca Africana e quella Eurasiatica.

Lo studio della sismicità storica ha contribuito ad individuare le regioni della nostra penisola soggette ai terremoti più distruttivi. Tutto il territorio nazionale è interessato da effetti almeno del VI grado della scala Mercalli (MCS), tranne alcune zone delle Alpi Centrali e della Pianura Padana, parte della costa toscana, il Salento e la Sardegna. Le aree maggiormente colpite, in cui gli eventi hanno raggiunto il X e XI grado d'intensità, sono le Alpi Orientali, l'Appennino settentrionale, il promontorio del Gargano, l'Appennino centro meridionale, l'Arco Calabro e la Sicilia Orientale.

È in queste zone, in cui ricade anche il territorio comunale di Paternopoli, indicate dai ricercatori come principali aree sismogenetiche, che i terremoti tendono sistematicamente a ripetersi nel tempo.

Gli attuali studi non consentono ancora, tuttavia, di stabilire quando un terremoto avrà luogo, attraverso l'ausilio di fenomeni precursori a medio-breve termine.

I terremoti, quindi, sono eventi naturali che non possono essere evitati né previsti. Essi sono l'espressione dei processi tettonici che avvengono nel nostro pianeta e che non sono comparabili con la vita dell'uomo né su scala temporale né riguardo alle forze che mettono in gioco.

Se non è possibile mettere in atto azioni per contrastare il fenomeno terremoto, come invece può essere fatto per altri rischi, si possono avviare strategie indirizzate alla mitigazione dei suoi effetti.

Queste strategie consistono in un'ampia gamma di scelte da attuare sia in fase preventiva, in tempi di normalità, che in fase di emergenza post sismica.

Le più efficaci sono certamente:

- la conoscenza dei parametri del Rischio: Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione:
  1. La Pericolosità dà conto della frequenza e della violenza dei terremoti più probabili che possono interessare un'area in un certo periodo di tempo; analisi di microzonazione sismica del territorio possono contribuire a migliorare le stime di Pericolosità;

2. La Vulnerabilità dà una misura della propensione al danneggiamento degli oggetti esposti al fenomeno sismico;
  3. Per Esposizione si intende la quantità e la qualità dei diversi elementi antropici che costituiscono la realtà territoriale: popolazione, edifici, infrastrutture, beni culturali, etc., le cui condizioni ed il cui funzionamento possono essere danneggiati, alterati o distrutti dall'evento sismico.
- l'adeguamento degli strumenti urbanistici, al fine di operare un riassetto del territorio, che tenga conto sia del fenomeno sismico e dei suoi effetti locali, sia della pianificazione di emergenza relativa al rischio sismico;
  - la riduzione della Vulnerabilità degli edifici esistenti, in particolare per l'edificato più antico e di interesse storico, per i centri storici nel loro complesso, per i beni architettonici e monumentali, dando soprattutto priorità all'adeguamento di edifici strategici;
  - la costruzione di edifici nel rispetto delle vigenti "norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
  - la formazione del personale dell'amministrazione comunale, delle altre amministrazioni pubbliche e delle associazioni di volontariato presenti sul territorio in materia di Protezione Civile;
  - la predisposizione di un Piano Comunale di Emergenza, in linea con le direttive provinciali e regionali, al fine di gestire gli interventi di soccorso ed assistenza alla popolazione in caso di terremoto, utilizzando le risorse locali e coordinando le azioni con le strutture provinciali, regionali e nazionali di Protezione Civile nel caso di evento non gestibile localmente;
  - l'informazione alla popolazione sulle situazioni di rischio, sulle iniziative dell'amministrazione e sulle procedure di emergenza, fornendo le norme corrette di comportamento durante e dopo il terremoto;
  - l'organizzazione e la promozione di periodiche attività addestrative per sperimentare ed aggiornare il Piano e per verificare l'efficienza di tutte le Strutture coinvolte nella "macchina" dell'emergenza.

## Cos'è il RISCHIO sismico?

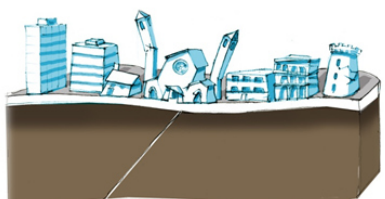
è il prodotto tra le 3 componenti:



### Pericolosità sismica

probabilità di osservare un certo valore di scuotimento in un fissato periodo di tempo

**X**



### Valore esposto

quantificazione (economica, sociale, ecc.) dell'oggetto esposto a rischio

**X**



### Vulnerabilità

propensione di un oggetto a subire danni o alterazioni

## **LA RETE DI MONITORAGGIO**

Il monitoraggio dei fenomeni sismici attualmente viene gestito a livello nazionale dall'Istituto Nazionale di Geofisica con sede a Roma che, attraverso la rete sismica, fornisce in tempo reale la posizione dell'epicentro del sisma e il valore della sua intensità. In caso di terremoto di magnitudo superiore a 2, o anche di magnitudo inferiore, se percepito dalla popolazione, l'Istituto ne dà immediata comunicazione al Dipartimento della Protezione Civile ed al Ministero degli Interni; contestualmente emette un bollettino visionabile al sito <http://cnt.rm.ingv.it/> con tutti i dati significativi del sisma (data, ora, latitudine, longitudine, Profondità epicentrale, Distretto Sismico, la localizzazione, l'elenco dei Comuni entro i 10 km e quelli nella fascia 10 km-20 km dall'epicentro).

## **LA RETE SISMICA NAZIONALE**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia svolge un servizio di monitoraggio 24 ore su 24 e 7 giorni su 7 per il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile dai primi anni '80 basato su una rapida valutazione e informazione di ogni evento sismico. I terremoti catastrofici avvenuti in passato ci hanno insegnato che un'informazione rapida e precisa è indispensabile affinché possano essere organizzati i primi soccorsi nelle zone colpite. Per questo l'INGV ha installato soprattutto negli ultimi 10 anni più di 350 stazioni sismiche su tutto il territorio nazionale.

Un significativo contributo allo sviluppo della Rete Sismica Nazionale in Italia centro-meridionale è avvenuto grazie al Progetto CESIS, finanziato dal Ministero per l'Università e la Ricerca (Legge 488/92). Oltre a prevedere una nuova sede INGV a Grottaminarda, l'obiettivo fondamentale del Progetto CESIS è stato l'implementazione della Rete Sismica Nazionale al centro-sud-Italia con più di 60 nuove stazioni permanenti multi-parametriche, con un sismometro, un accelerometro e un GPS di precisione.

I dati registrati dalle varie stazioni sono trasmessi, per via satellitare, direttamente ai centri di acquisizione di Roma, Grottaminarda e Catania e alle relative sale operative, contribuendo così attivamente al monitoraggio sismico del territorio nazionale. Presso la sala di monitoraggio della sede Irpinia avviene la sorveglianza sismica dell'intero territorio nazionale. Il progetto della sala sismica della sede Irpinia rappresenta la strategia di "disaster recovery" della sala principale di Roma.

Sistemi automatici, in primo luogo, e l'attenta analisi di un sismologo poi, consentono la localizzazione di un evento sismico entro circa un minuto dalla sua manifestazione.

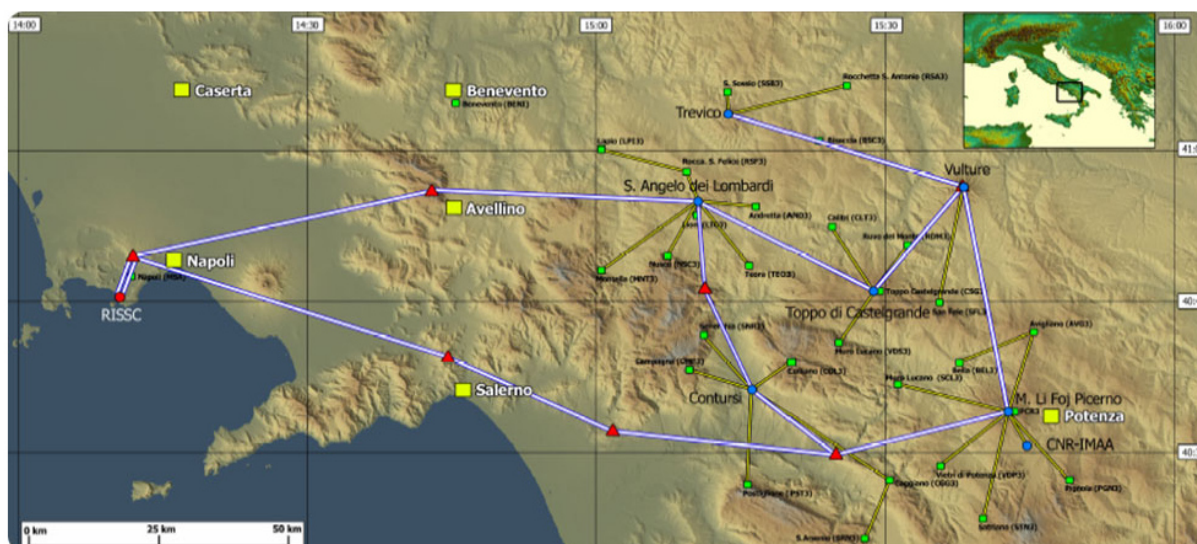


## LA RETE SISMICA REGIONALE

La Regione Campania ha creato nel 2002 una rete di Centri Regionali di Competenza in differenti campi. L'AMRA è un centro di Competenza nel settore dell'Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale, è una struttura permanente di ricerca per lo sviluppo di metodologie innovative applicate alle problematiche ambientali.

Uno dei progetti realizzati dall'AMRA è la Rete ISNet (Irpinia Seismic Network), una rete sismica locale di accelerometri, sensori a corto periodo e larga banda, operante nell'Appennino meridionale nell'area sismogenetica che ha generato i maggiori terremoti degli ultimi secoli, e connessa in telemetria al Laboratorio RISSC (Laboratorio di Ricerca in Sismologia Sperimentale e Computazionale) di Napoli. Alcune di queste stazioni sono presenti anche nei territori vicini al Comune di Paternopoli, nei comuni di Rocca San Felice, Treviso e Sant'Angelo dei Lombardi.

ISNet rappresenta un laboratorio per la sperimentazione di metodologie innovative di analisi e gestione di dati in tempo reale. In particolare, per eventi sismici catastrofici, la sperimentazione della gestione dell'allerta sismica preventiva (early-warning sismico) e dell'immediato post-evento tramite la predizione dello scuotimento del suolo per finalità di protezione civile. La rete ISNet è di proprietà della società AMRA scrl ed i dati acquisiti sono disponibili su richiesta per scopi di ricerca scientifica, attraverso il sistema Seism NetManager.



## **SCENARIO DELL'EVENTO DI RIFERIMENTO**

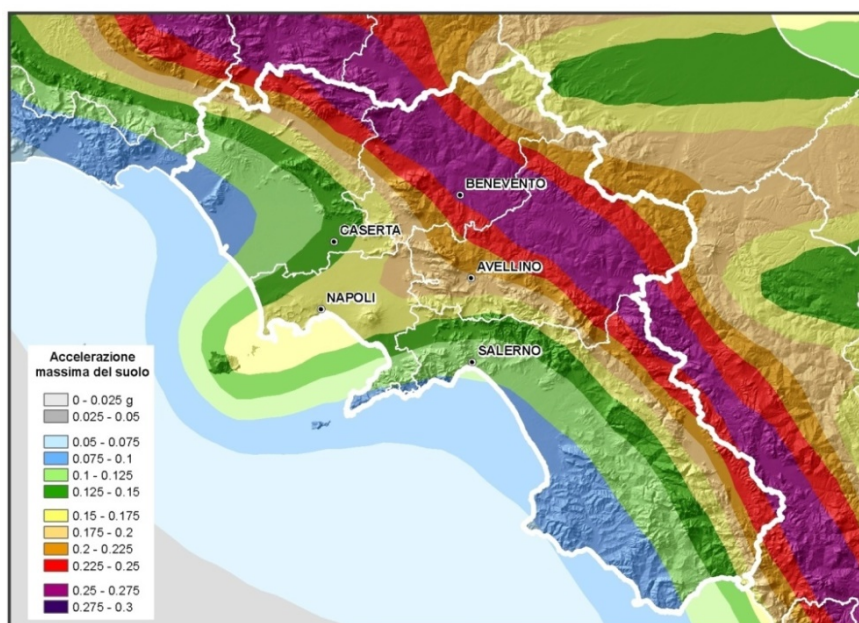
Per scenario si intende la valutazione preventiva del danno relativo a popolazione, strutture abitative e produttive, infrastrutture, patrimonio ambientale e culturale, al verificarsi dell'evento di riferimento.

La valutazione dello scenario richiede, quindi, i seguenti passi:

1. Definizione della Pericolosità sismica del territorio comunale, attraverso:
  - a) Analisi della storia sismica del sito e individuazione delle rete di monitoraggio;
  - b) L'individuazione degli input sismici di riferimento, ovvero l'individuazione degli eventi "critici" da assumere per la quantificazione del danno utile alle previsioni di gestione dell'emergenza. Gli scenari di evento che sono stati assunti per tarare il Piano sono:
    - I. Evento con periodo di ritorno di 101 anni (cioè eventi con probabilità di eccedenza del 39% in 50 anni) che corrisponde ad un sisma non particolarmente severo, generalmente associabile ad un'emergenza di rilevanza locale;
    - II. Evento con periodo di ritorno di 475 anni (cioè eventi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) che corrisponde alle azioni sismiche previste dalla normativa sulle costruzioni in zona sismica, generalmente associabile ad una emergenza di rilevanza nazionale;
  - c) Lo studio degli effetti locali, ovvero delle condizioni geologiche e morfologiche che possono far variare notevolmente i parametri del terremoto al sito (per es. a causa di effetti di amplificazione locale dovuti ai terreni, che possono essere diversi per porzioni differenti di territorio comunale) o indurre fenomeni franosi su terreni instabili, etc..
2. La conoscenza della Vulnerabilità dei beni esposti (edifici, infrastrutture viarie, tecnologiche, produttive, etc.);
3. La conoscenza dell'esposizione;
4. Valutazione della distribuzione probabilistica del danno, definita in base alla Pericolosità sismica e alla classe di Vulnerabilità attribuita ad ogni bene esposto.

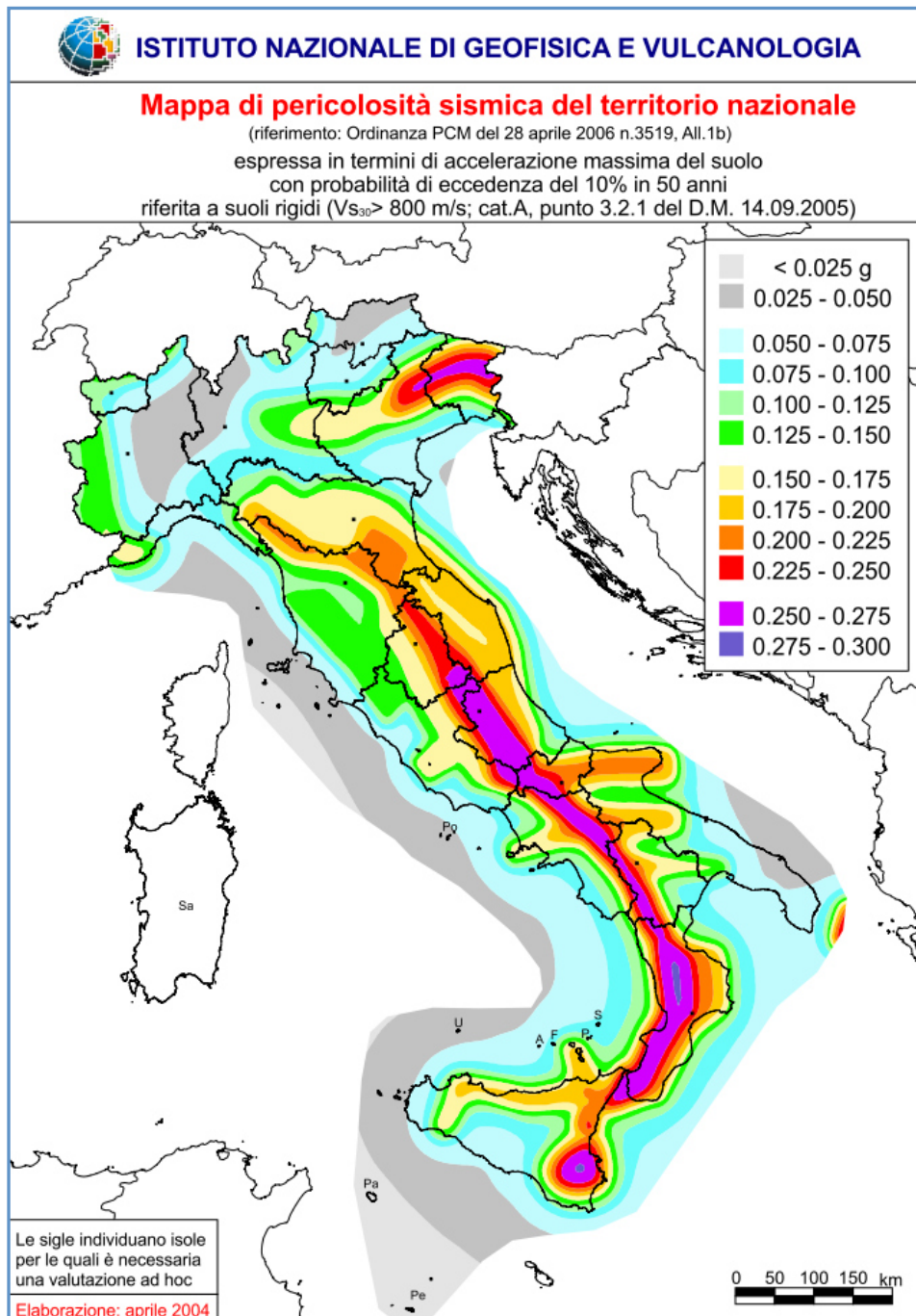
## PERICOLOSITÀ SISMICA

La Pericolosità sismica definisce quanto il territorio in cui viviamo sia soggetto agli effetti dei terremoti. Prevalentemente si tratta di analisi di tipo probabilistico, in cui si stima la probabilità di osservare un certo scuotimento del suolo in una data area durante un determinato periodo di tempo. La stima della Pericolosità sismica fornisce un parametro fisico su cui si può basare la progettazione di nuove costruzioni o l'adeguamento degli edifici preesistenti. La mappa di Pericolosità sismica attualmente in vigore (MPS04 del 2004) fornisce un quadro delle aree più pericolose del territorio nazionale. I valori di accelerazioni orizzontali di picco (PGA, parametro usato nella progettazione della risposta elastica degli edifici) sono riferiti a un ipotetico suolo omogeneo con buone caratteristiche per le fondazioni, spetta poi al progettista applicare opportune correzioni per tener conto della diversa natura del suolo su base locale. Essa si riferisce alla probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Il territorio della regione Campania è caratterizzato da valori probabilistici di accelerazione massima attesa molto variabili, con un minimo lungo la fascia costiera e una fascia di massimo nella zona assiale degli Appennini, nelle provincie di Benevento ed Avellino.



Questi valori massimi sono compatibili con l'assegnazione di molti comuni in zona sismica 1, ovvero la più pericolosa.

**Il territorio comunale di Paternopoli è assegnato in zona sismica 1** (questa è la zona più pericolosa dove la probabilità che capiti un forte terremoto è alta) con accelerazione massima attesa tra 0,25g e 0.275g (dove g è l'accelerazione di gravità, pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>).



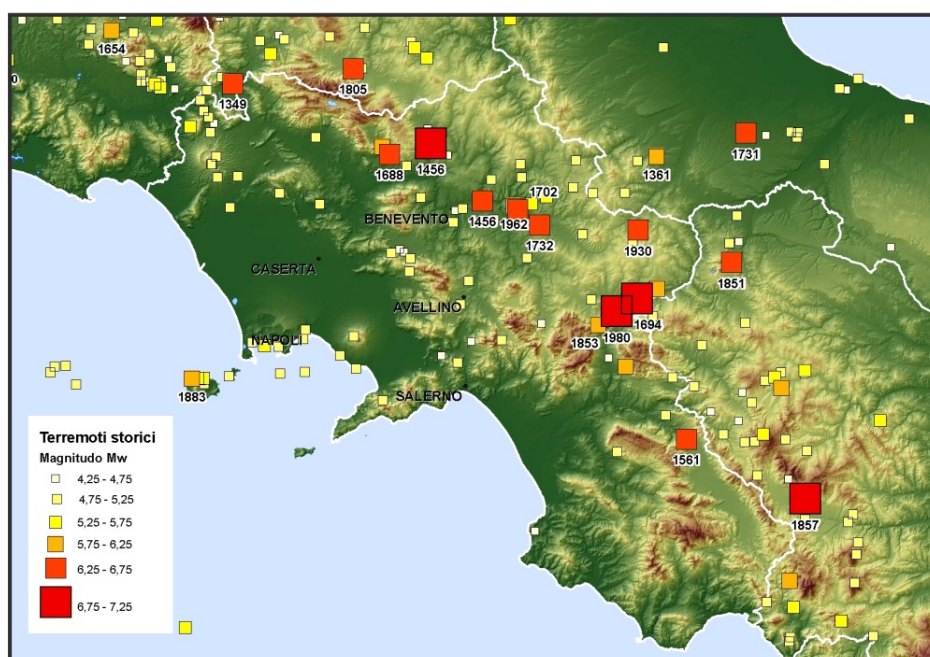
E' necessario ricordare che il concetto di zona sismica è sostanzialmente superato dalle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018, Decreto 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture); esse infatti impongono che i parametri progettuali siano direttamente riferiti ai valori della mappa di pericolosità, e non vengano più vincolati dall'appartenenza ad una predefinita zona sismica.

## STORIA SISMICA

Per lo studio del fenomeno terremoti, è fondamentale poter disporre di informazioni relative al passato, in quanto i terremoti, essendo provocati da cause geologiche, si ripresentano sempre nei medesimi areali.

La sismicità locale e regionale può essere investigata usando dati di cataloghi dei terremoti (sismicità storica). Il catalogo utilizzato in questo caso è il database macrosismico italiano 2011 dell'INGV. La Campania è una regione caratterizzata da una notevole attività sismica nelle aree appenniniche e da scarsa attività lungo la fascia costiera; come è ben evidente nella mappa della sismicità storica della Campania dell'ultimo millennio che segue.

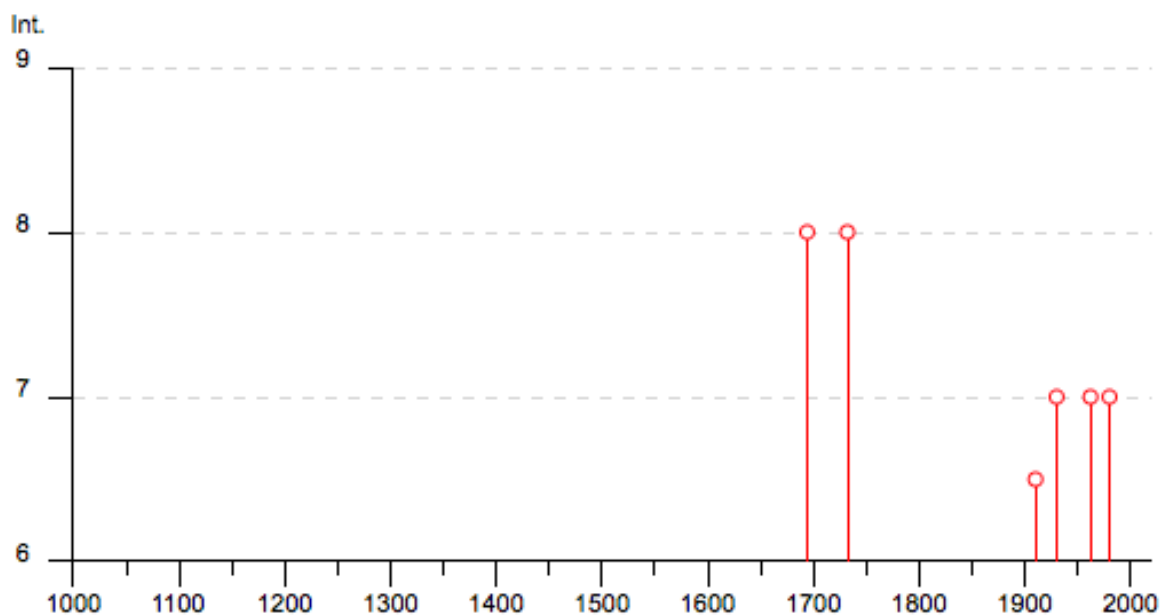
Nella mappa sottostante sono ben visibili 6 terremoti distruttivi ( $M_w > 6.25$ ) dei quali almeno quattro hanno colpito in modo significativo anche il territorio comunale di Paternopoli.



In particolare, rileviamo il terremoto dell'8 settembre 1694 (Irpinia – Basilicata), il terremoto del 29 novembre 1732 (Irpinia) e il terremoto del 7 giugno 1910 (Irpinia – Basilicata). Per i terremoti del 23 luglio 1930 (Irpinia) e del 23 novembre 1980 (Irpinia-Basilicata) le intensità macrosismiche osservate sono riferite al VII grado.

Nelle stesse aree sono avvenuti molti altri terremoti, alcuni dei quali molto forti, che hanno anch'essi causato dei danneggiamenti di vario grado nella nostra area di studio.

Grafico \_ – Storia sismica osservata dei principali terremoti dal 1694 con effetti locali superiore a 6

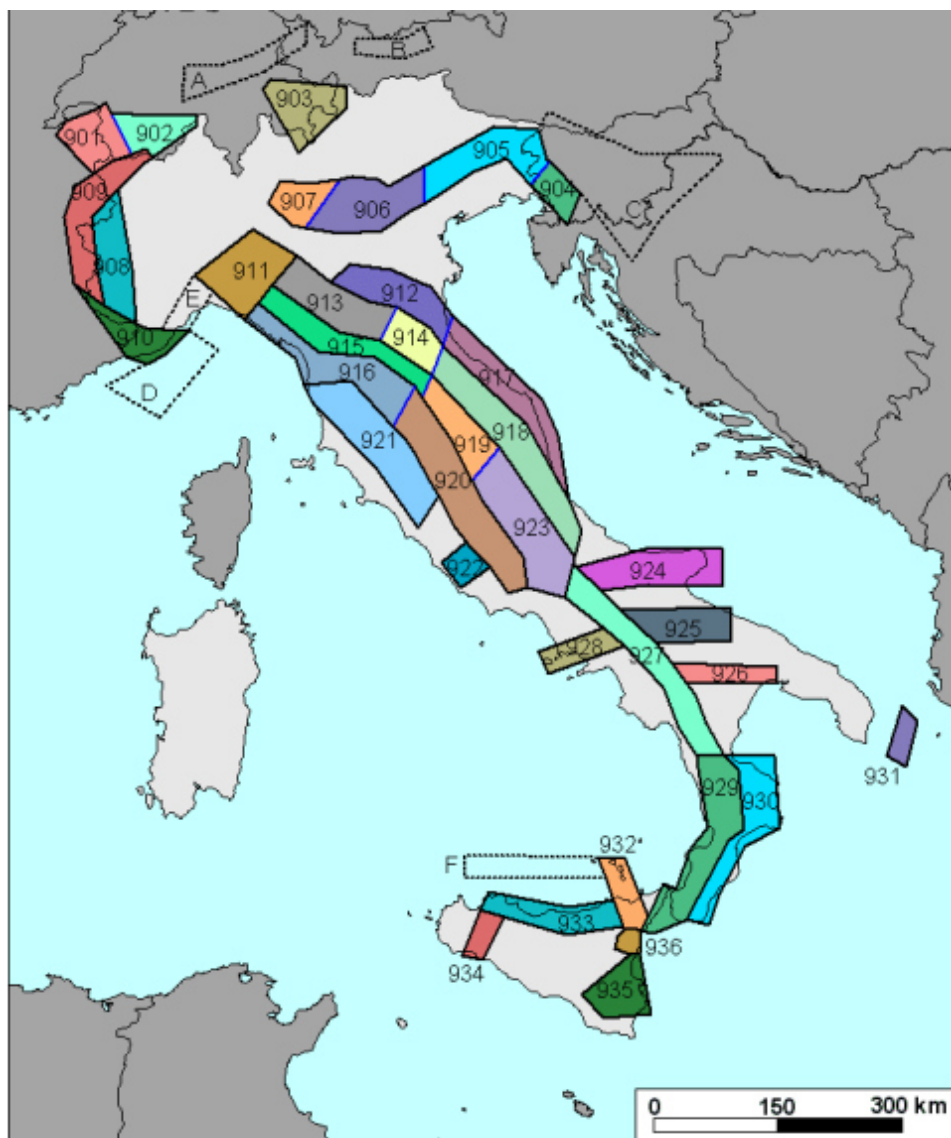


STORIA SISMICA DEI PRINCIPALI TERREMOTI DAL 1694							
Effetto Locale	Data	Ora Greenwich		Area Epicentrale	Numero Osservazioni	Intensita' all'epicentro	Magnitudo
		H	M				
8	08/09/1694	11	40	Irpinia Basilicata	251	10	6,73
8	29/11/1732	7	40	Irpinia	183	10-11	6,75
6-7	07/06/1910	2	40	Irpinia Basilicata	376	8	5,76
7	23/07/1930	0	8	Irpinia	547	10	6,67
7	21/08/1962	18	19	Irpinia	562	9	6,15
7	23/11/1980	18	34	Irpinia Basilicata	1394	10	6,81

La maggior parte degli eventi sono concentrati nell'area epicentrale del terremoto irpino del 1980 e nel potentino, oltre ad altre sequenze avvertite in Campania, ma avvenute oltre i confini regionali.

Dall'esame della tabella si osserva che gli epicentri dei principali terremoti storici avvenuti nel territorio comunale di Paternopoli ricadono tutti nella zona sismogenetica ZS927 (Irpinia-Basilicata) della zonazione sismogenetica nazionale (ZS9).

– Zonizzazione sismogenetica nazionale



## **INPUT SISMICI DI RIFERIMENTO**

L'individuazione degli input sismici di riferimento consiste nell'individuazione degli eventi "critici" da assumere per la quantificazione del danno utile alle previsioni di gestione dell'emergenza.

Ai fini della Pianificazione Comunale di Emergenza, la Regione Campania ritiene di dover assumere, a riferimento per la determinazione dell'impatto atteso sul territorio comunale (scenari di danno), i valori di intensità al comune fissati dalla carta di pericolosità ufficiale pubblicata sulla GU 108/2006, disponibile sul sito dell'INGV. Tale carta fornisce i valori di scuotimento attesi al sito per periodi di ritorno preassegnati del tipo 98, 475 e 2475 anni etc.

Gli scenari di evento indicati dalla Regione Campania e assunti per tarare il piano sono:

- quello corrispondente ad uno scuotimento al sito atteso per un periodo di ritorno di 98 anni (cioè eventi con probabilità di eccedenza del 39% in 50 anni) che corrisponde ad un sisma non particolarmente severo, generalmente associabile ad un'emergenza di rilevanza locale;
- quello corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni (cioè eventi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) che corrisponde alle azioni sismiche previste dalla normativa sulle costruzioni in zona sismica, generalmente associabile ad una emergenza di rilevanza nazionale.

Consultando le mappe di pericolosità sismica per il Comune di Paternopoli abbiamo i seguenti risultati:

PERICOLOSITA' SISMICA					
ID	Periodo di ritorno in anni	Carta di pericolosità sismica	ag	F0	T'C
T98	98		0,966	2,32	0,31
T475	475		2,521	2,30	0,37

## VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO

Gli effetti di sito possono essere definiti come la modificazione del moto per una roccia di "riferimento". Essi rivestono un importante ruolo nella definizione del moto al suolo.

Studi finalizzati sulla localizzazione dei danni e sulla geologia locale hanno ampiamente dimostrato che l'ammontare dei danni prodotti da un sisma dipendevano principalmente dalle condizioni geologiche del sito.

Infatti, osservazioni relative alla variabilità spaziale dei danni prodotti da diversi terremoti di forte intensità mostrano che le conseguenze sulle costruzioni possono variare sensibilmente entro distanze molto brevi, a causa di effetti locali legati alla geologia di superficie (natura e geometria dei depositi), alle proprietà dinamiche dei terreni di fondazione (amplificazione dell'onda sismica) ed alla morfologia (effetti topografici).

Nel nostro caso i valori di accelerazione massima del suolo ricavati dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale suindicati e utilizzati come input fanno riferimento ad una roccia con valori delle Vs maggiori di 800 m/s. Quindi, visto la varietà di caratteristiche geologiche locali, è necessario definire l'amplificazione del moto dovuto alle condizioni locali per avere un quadro più accurato degli eventuali danni che possono subire gli elementi esposti nel caso dei due terremoti di riferimento con i periodi di ritorno su definiti.

La determinazione degli effetti locali richiede sia un elevato numero di dati che accurate analisi e modellazioni. Le indagini possono essere condotte con tre diversi livelli di approfondimento, la cui scelta dipende generalmente dagli obiettivi da raggiungere, dall'estensione dell'area da esaminare, dal tipo di dati disponibili e dal livello di dettaglio della cartografia.

- Il metodo di I livello ("Zonazione Generale"), adatto per la zonazione di aree molto estese, fornisce indicazioni approssimative e comporta un impegno economico limitato. E' basato essenzialmente sulla raccolta e sulla interpretazione di dati esistenti: notizie sui terremoti storici avvenuti nella zona in esame, informazioni relative alla sismicità, alla geologia e alla geomorfologia.
- Il metodo di II livello ("Zonazione Dettagliata") richiede una documentazione più specifica e di maggior dettaglio per la caratterizzazione geologica, geotecnica e geomorfologica dell'area oggetto di studio, da integrare eventualmente con analisi speditive in sito.

- Il metodo di III livello ("Zonazione Rigorosa") richiede una caratterizzazione approfondita e accurata dell'area in esame, ottenuta per mezzo di rilievi topografici e di specifiche indagini geologiche e geotecniche in sito e in laboratorio.

Là dove non sono disponibili dati di dettaglio si utilizzerà una velocità del  $V_s \approx 350$  m/s ascrivibili alla tipologia di sottosuolo della Categoria C ( $V_s$  comprese tra 180 e 360 m/s NTC2018) e ciò a tutto vantaggio della sicurezza.

Al fine di valutare l'amplificazione sismica dei terreni investigati, si valuta il **fattore di amplificazione relativa (Fa)** attraverso la relazione empirica di Midorikawa (1987) dove:

$$Fa = 68 (Vs)^{-0.6}$$

definendo tale parametro attraverso le velocità delle onde di taglio " $V_s$ " delle coperture e dei livelli superficiali del terreno.

Con una velocità del  $V_s \approx 350$  m/s, risulta un  $Fa \approx 2,023$ .

Una zonazione finalizzata al riconoscimento di aree potenzialmente suscettibili a fenomeni di liquefazione è di fondamentale importanza per la pianificazione di un territorio. Infatti, durante un sisma una delle cause di danno è legata allo sviluppo di questo fenomeno. Essi interessano esclusivamente depositi sabbiosi medio – fini in falda. Tale processo si sviluppa quando un deposito sabbioso in falda è soggetto a fenomeni di vibrazione indotti dalle onde sismiche; in questo modo il terreno tenderà a contrarsi e compattarsi con una conseguente diminuzione di volume e la manifestazione in superficie di vulcanelli di sabbia e acqua attraverso le fratture presenti.

Per valutare il potenziale di liquefazione e per identificare le possibili aree in cui si possa manifestare il fenomeno a seguito di uno scuotimento sismico sarebbe opportuno eseguire indagini specifiche per accertare la propensione alla liquefazione in un eventuale studio di microzonazione sismica (Livello 1 e 2).

## VULNERABILITÀ DEL PATRIMONIO EDILIZIO

La definizione delle classi di Vulnerabilità è condotta utilizzando le Matrici di Probabilità di Danno (DPM) implicite nella scala macrosismica EMS98. Tali matrici sono calibrate sulla base dei rilievi effettuati dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980 (Braga et al. 1982, 1985). In esse sono individuate tre classi di Vulnerabilità (alta A, media B e bassa C) relative, principalmente, alle costruzioni realizzate in assenza di norme sismiche, in quanto gran parte del territorio interessato dal sisma del 1980 e dal successivo rilievo fu classificato come sismico solo dopo il 1980.

Negli ultimi anni il patrimonio edilizio del Comune di Paternopoli ha subito, proprio in conseguenza della classificazione sismica in prima categoria, un profondo cambiamento: gran parte degli edifici esistenti, danneggiati dal sisma del 1980, sono stati sismicamente adeguati, mentre gli edifici nuovi sono stati progettati e realizzati seguendo le norme sismiche. Di conseguenza, se da un punto di vista storico e geografico le analogie tra i dati usati per calibrare le matrici e i dati relativi a Paternopoli sono forti, la presenza di una nuova tipologia, relativa agli edifici antisismici, non può essere trascurata. Per questo motivo è stata introdotta una ulteriore classe a minore Vulnerabilità (classe D), rappresentativa degli edifici costruiti o adeguati dopo il 1980.

Per definire le tipologie edilizie, si è fatto anzitutto riferimento alle tipologie strutturali verticali ed orizzontali del primo piano ed alla tipologia della copertura. In presenza di significative variazioni delle caratteristiche strutturali lungo l'altezza, è stata considerata la tipologia strutturale più vulnerabile.

Sulla base della combinazione tra le tipologie strutturali orizzontali e verticali e tenendo conto dell'età di costruzione o adeguamento è stata poi attribuita la relativa classe di Vulnerabilità.

CLASSI DI VULNERABILITA'				
STRUTTURE ORIZZONTALI	STRUTTURE VERTICALI			
	Qualità della Muratura			Cemento Armato
	Scadente	Media	Buona	
Sistemi a volte o misti	A	A	A	
Solai in legno con o senza catene	A	A	B	
Solai in putrelle con o senza catene	B	B	C	
Solai o solette in cemento armato	B	C	C	C
Edifici antisismici o adeguati	D	D	D	D

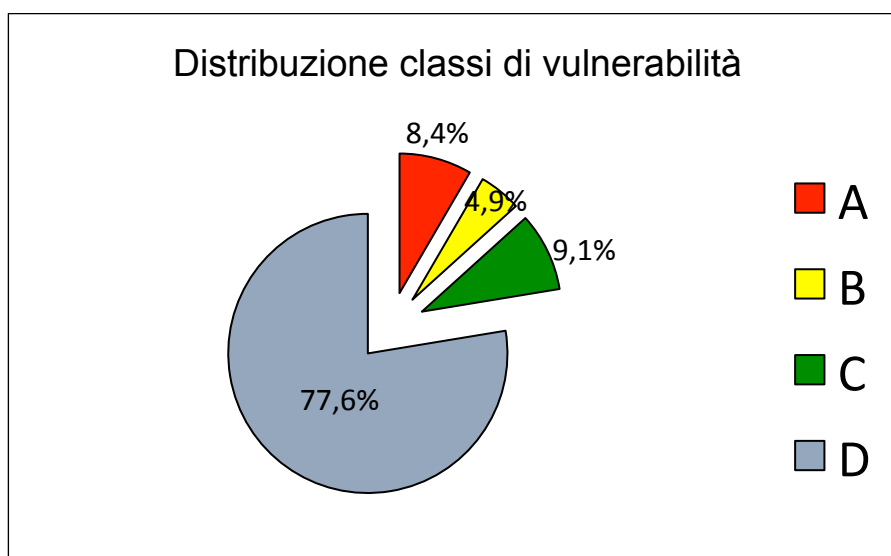
In particolare, sono stati assegnati alla classe di Vulnerabilità D gli edifici costruiti dopo il 1980 e quelli sottoposti ad adeguamento antisismico, mentre agli edifici in c.a. costruiti prima del 1980 è stata attribuita la classe di Vulnerabilità C.

Non avendo una conoscenza dettagliata delle condizioni strutturali di ogni singolo edificio, la classe di Vulnerabilità delle strutture presenti sul territorio comunale di Paternopoli è stata determinata utilizzando le informazioni contenute nel Data Warehouse relativo al Censimento ISTAT 2011, tenendo conto del tipo di materiale (Muratura, cls, altro), dello stato di conservazione e dell'epoca di costruzione.

Le risultanze di questo approccio permettono una stima attendibile del numero di edifici presenti e una conoscenza alquanto affidabile delle condizioni strutturali degli stessi, da cui una stima della ripartizione degli edifici in termini assoluti per classi di Vulnerabilità.

Il grafico sotto riportato indica la distribuzione, espressa in termini percentuali, delle classi di Vulnerabilità degli edifici nel Comune di Paternopoli.

PATRIMONIO EDILIZIO					
STRUTTURA PORTANTE	CLASSE				TOTALE
	A	B	C	D	
Muratura	88	52	96	209	445
Cemento armato			0	577	577
Altro				27	27
TOTALI	88	52	96	813	1.049
PERCENTUALI	8,4%	4,9%	9,1%	77,6%	100%



Dalla sua analisi si evince una bassa Vulnerabilità del patrimonio edilizio del comune (Classe A = 8,4%, Classe B = 4,9%, Classe C = 9,1% e Classe D = 77,6%).

Per quanto riguarda gli edifici pubblici sono caratterizzati da una vulnerabilità ancora minore, in quanto eseguiti dopo il terremoto del 1980 con le norme sismiche in vigore, infatti essi sono classificati esclusivamente nella classe a bassa Vulnerabilità D.

### SCENARI DI DANNO

La valutazione del livello di danno atteso scaturisce dalle caratteristiche di Vulnerabilità del patrimonio edilizio e dalla Pericolosità sismica del territorio definiti in precedenza. Quindi, dopo aver attribuito la classe di Vulnerabilità ad ogni edificio, è stata valutata la distribuzione probabilistica del danno utilizzando le Matrici di Probabilità di Danno (DPM) messe a punto negli anni '80 (Braga et al. 1982, 1985).

#### estensione delle DPM Linguistiche implicite nella EMS98 : Classi A, B , C e D

CLASSE A	Damage Grade/ Intensity	0	1 Negligible	2 Moderate	3 Substantial to Heavy	4 Very Heavy	5 Destruction
	V	All - Few	Few	None	None	None	None
VI	Most - 8/3*Few	Many	Few	None	None	None	None
VII	Few	2*Few	Many	Many	Few	None	None
VIII	Few	Few	Few	Many	Many	Few	Few
IX	None	Few	Few	2*Few	Many	Many	Many
X	None	None	Few	Few	Few	Most	Most
XI	None	None	None	None	None	All	All
XII	None	None	None	None	None	All	All

CLASSE B	Damage Grade/ Intensity	0	1 Negligible	2 Moderate	3 Substantial to Heavy	4 Very Heavy	5 Destruction
	V	All - Few	Few	None	None	None	None
VI	Most - 8/3*Few	Many	Few	None	None	None	None
VII	3*Few	Many	Many	Few	None	None	None
VIII	Few	2*Few	Many	Many	Few	None	None
IX	Few	Few	Few	Many	Many	Few	Few
X	None	Few	Few	2*Few	Many	Many	Many
XI	None	None	None	None	3*Few	Most	Most
XII	None	None	None	None	None	All	All

CLASSE C	Damage Grade/ Intensity	0	1 Negligible	2 Moderate	3 Substantial to Heavy	4 Very Heavy	5 Destruction
	V	None	None	None	None	None	None
VI	All - Few	Few	None	None	None	None	None
VII	Most - 8/3*Few	Many	Few	None	None	None	None
VIII	3*Few	Many	Many	Few	None	None	None
IX	Few	2*Few	Many	Many	Few	None	None
X	None	Few	2*Few	Many	Many	Few	Few
XI	None	None	None	1/3 *Few	Most- 3 *	Many-1/3 *Few	Many-1/3 *Few
XII	None	None	None	None	1/3 * Few	Nearly All	Nearly All

CLASSE D	Damage Grade/ Intensity	0	1 Negligible	2 Moderate	3 Substantial to Heavy	4 Very Heavy	5 Destruction
	VI	None	None	None	None	None	None
VII	All - Few	Few	None	None	None	None	None
VIII	Most - 8/3*Few	Many	Few	None	None	None	None
IX	3*Few	Many	Many	Few	None	None	None
X	Few	2*Few	Many	Many	Few	None	None
XI	None	Few	2*Few	Many	Many	Few	Few
XII	None	None	None	1/3 *Few	Most- 3 *	Many-1/3 *Few	Many-1/3 *Few

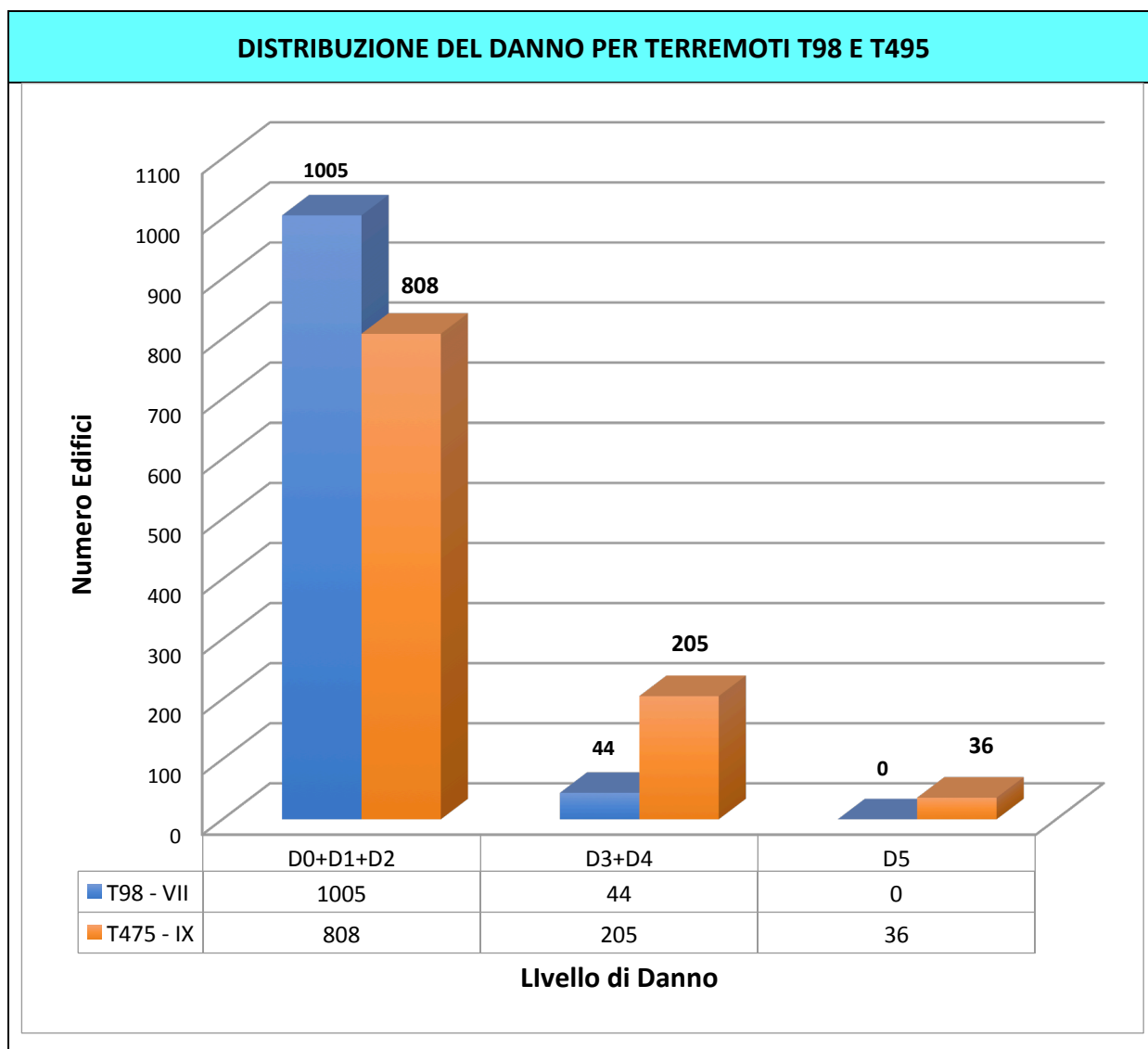
Tali matrici, determinate per le costruzioni rilevate in seguito al sisma irpino del 1980, sono relative alle tre classi di vulnerabilità, A, B, C previste dalla scala MSK. In tale classificazione vengono considerati essenzialmente edifici non antisismici, essendo quasi del tutto assenti nel patrimonio edilizio del periodo quelli antisismici. Al contrario, nel presente lavoro gli edifici antisismici (costruiti o adeguati dopo il 1980) sono stati considerati, come detto in precedenza, aggiungendo la classe di Vulnerabilità D, introdotta dalla Scala Macrosismica Europea del 1998 (ESC 1998). La DPM della classe di Vulnerabilità D è stata estrapolata da quella della classe C, sulla base delle indicazioni tratte dalla EMS98.

Per la preparazione degli scenari di danno sono stati utilizzati, i due terremoti di riferimento definiti in precedenza, corrispondenti rispettivamente, a un evento di rilevanza locale (periodo di ritorno di 98 anni) e ad un evento di rilevanza nazionale (periodo di ritorno di 475 anni).

Le intensità di questi terremoti, espresse in termini di PGA, sono state rapportate alla scala MSK, mediante una relazione tra PGA e l'intensità macrosismica riportata in (Margottini et al. 1994), ottenendo in tal modo  $I_{MSK} = VII (T_{98})$  per il terremoto con periodo di ritorno di 98 anni e  $I_{MSK} = IX (T_{475})$  per il terremoto con periodo di ritorno di 475 anni. In funzione delle due intensità macrosismiche determinate è stata valutata la distribuzione del danno considerando anche l'incremento di intensità dovuto alle amplificazioni locali.

LIVELLO DI DANNO			
ID	LIVELLO	DANNI	DESCRIZIONE
D0	0	Nulli	
D1	1	Leggeri	Leggere spaccature negli intonaci con limitati distacchi degli stessi; possibile caduta di qualche tegola o pietra di camino
D2	2	Moderati	Lievi lesioni nei muri, notevole caduta di intonaci e stucchi, mattoni e tegole; molti fumaioi vengono lesi da incrinature con fuoriuscita di pietre; camini si rovesciano sopra il tetto e lo danneggiano; da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate.
D3	3	Gravi	Tali da produrre "inabitabilità"; corrispondono a gravi lesioni nei muri, che al momento possono pregiudicare la stabilità degli edifici, ma che possono essere riparate; gli edifici sono quindi recuperabili.
D4	4	Distruzioni	gravissime lesioni nei muri a crolli parziali, tali da rendere non recuperabili gli edifici.
D5	5	Crolli pressochè totali	

Nel grafico di seguito riportato è indicato il numero di edifici danneggiati per livello di danno e per terremoto di riferimento. In esso sono accorpate i livelli 0-1-2 in quanto non comportano l'inabilità dell'edificio, e i livelli 3-4 dove l'edificio risulta inagibile o parzialmente distrutto.



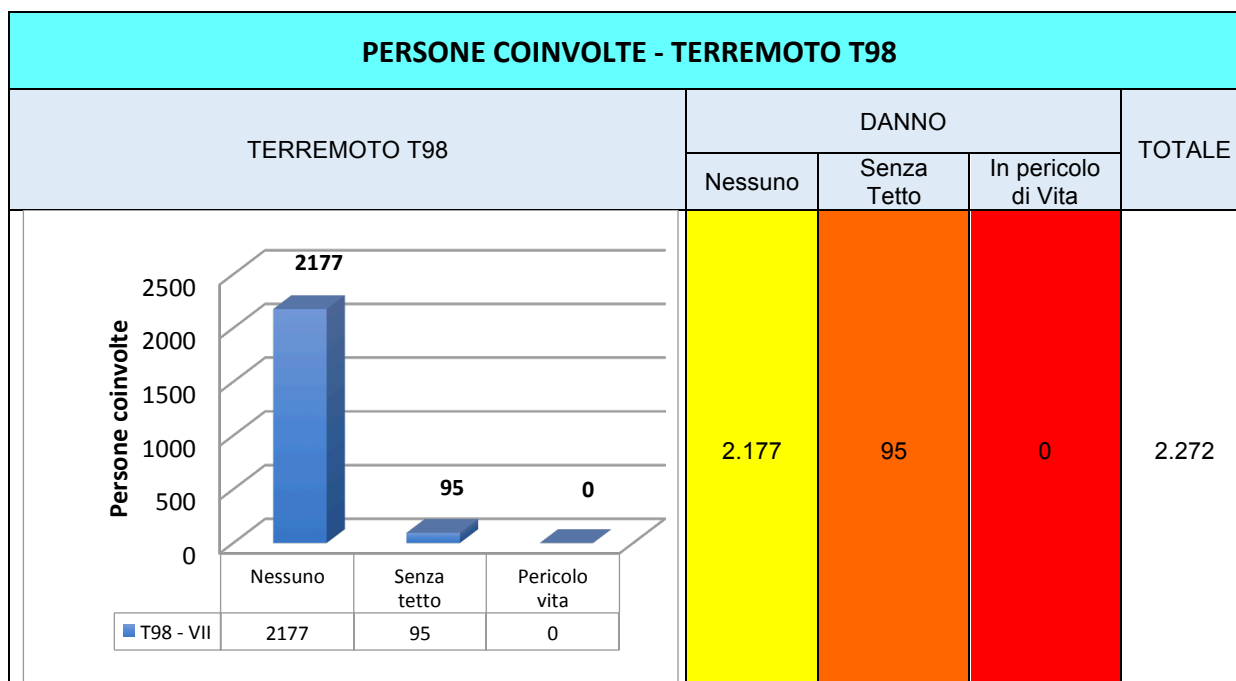
## ESPOSIZIONE

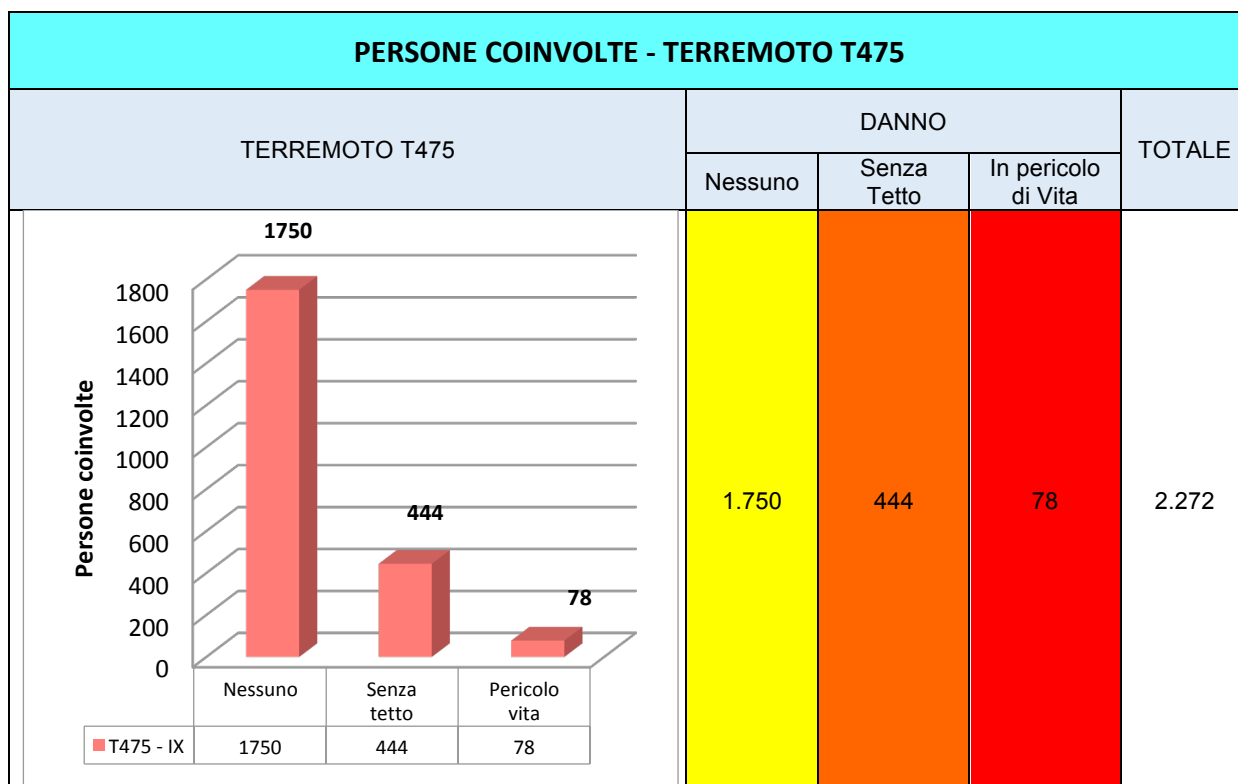
In mancanza di dati reali e puntuali per singolo edificio, la popolazione presente nell'area esposta è stata valuta considerando una densità media di abitanti per edificio.

DATI ISTAT ANNO 2011			
Popolazione	Ab	numero	2.272
Edifici	Ed	numero	1.049
Densità Abitativa	DA	Ab/Ed	2,17

## CALCOLO PERSONE COINVOLTE

Pertanto, con riferimento ai danni subiti dagli edifici, è possibile stimare il numero di persone senzatetto, coloro cioè che sono costretti a lasciare l'abitazione per inagibilità temporanea o permanente associato ai Livelli di Danno 3-4 e il numero di persone in pericolo di vita associato al Livello di Danno 5.





Nel grafico che segue si propone il raffronto tra l'esposizione ai due terremoti di riferimento T98 e T475.

