

Protezione civile: verso una governance più forte per la riduzione del rischio

Webinar sulla valutazione dell'operatività in emergenza nella Regione Calabria

4 maggio 2021

Operatività strutturale del contesto territoriale di Cariatì

Federico Mori – Angelo Gigliotti
CNR - IGAG

Daniele Spina
Dipartimento della Protezione Civile



Analisi dell'operatività nel Contesto Territoriale

**Analizzare la capacità del Sistema di Gestione dell'Emergenza del
Contesto Territoriale
di fronteggiare l'emergenza e assicurare il soccorso**



Verificare l'esistenza e la consistenza delle:

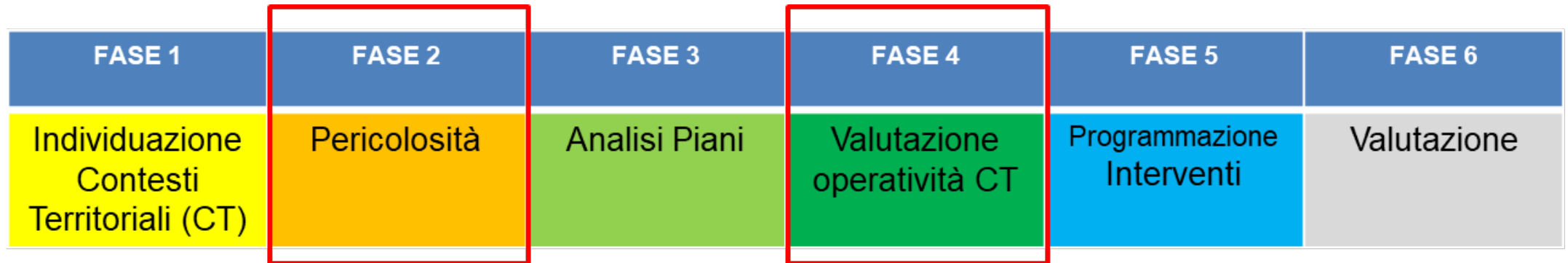
❖ **componenti strutturali / fisiche**

- Edifici strategici
- Aree di emergenza
- Infrastrutture di connessione e accessibilità

❖ **componenti non strutturali**

- Modello organizzativo
- Componenti funzionali e procedurali

Dove si colloca la fase di valutazione dell'operatività strutturale

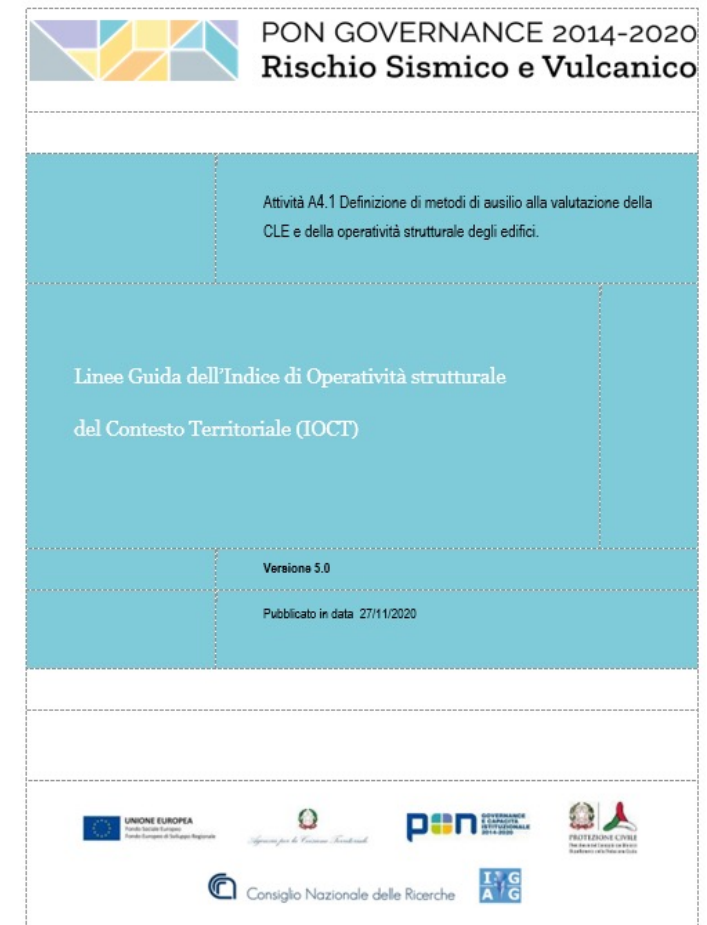


Linee Guida Indice di Operatività del Contesto Territoriale (IOCT)

La “valutazione di operatività strutturale” del sistema di gestione dell'emergenza di un Contesto Territoriale si articola attraverso un percorso che comprende:

1. *Esposizione*
2. *Pericolosità*
3. *Vulnerabilità*
4. *Valutazione dell'operatività strutturale*
5. *Analisi benefici/costi associata al miglioramento strutturale*

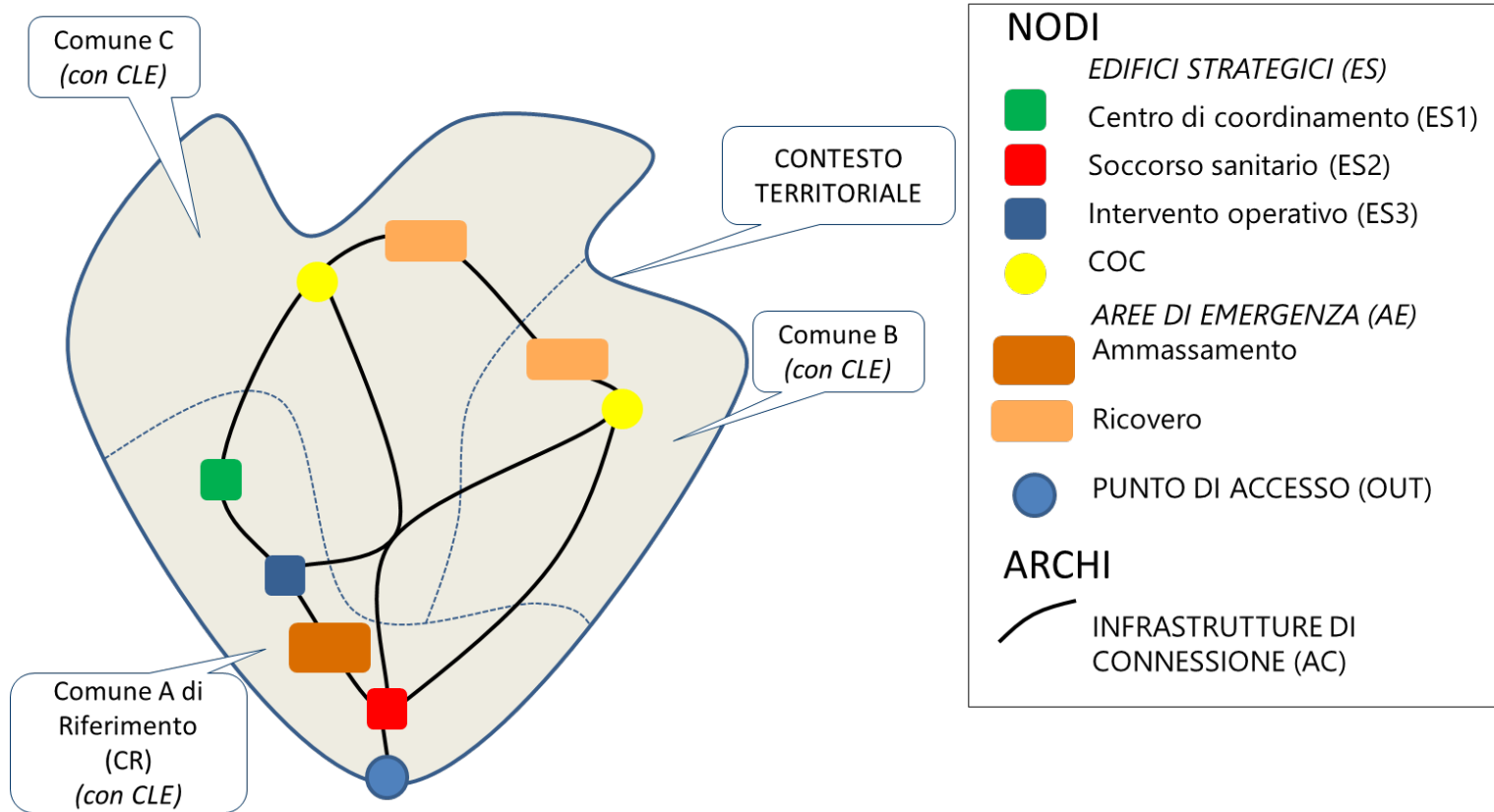
Le valutazioni che seguono riguarderanno la valutazione della forzante sismica



Linea guida per la valutazione dell'operatività strutturale del sistema di gestione dell'emergenza

1. Esposizione

SISTEMA STRUTTURALE A RETE DEL CONTESTO TERRITORIALE



LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

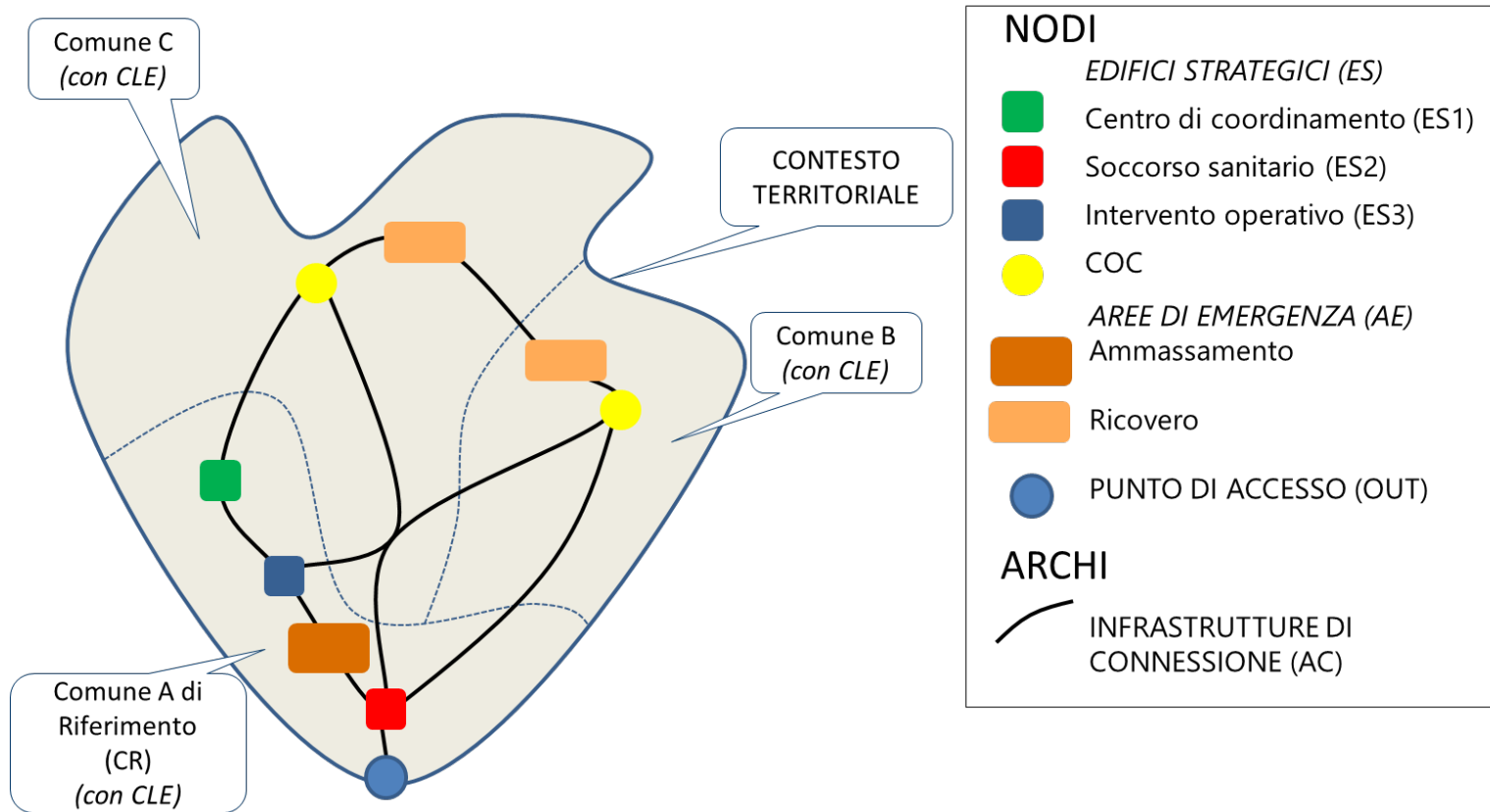
Il modello di calcolo è un **sistema a rete (grafo)** costituito da:

- nodi (edifici strategici, aree di emergenza)
- archi (infrastrutture di collegamento: percorsi che collegano i nodi del sistema)

Sistema a rete per la gestione dell'emergenza, da: Mori F., Gena A., Mendicelli A., Naso G., Spina D. (2020). Seismic emergency system evaluation: The role of seismic hazard and local effects. Engineering Geology

1. Esposizione

SISTEMA STRUTTURALE A RETE DEL CONTESTO TERRITORIALE



LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

Gli oggetti che costituiscono il portafoglio dell'esposto strutturale sono sensibili alle seguenti problematiche connesse alla forzante sismica:

-Edifici strategici: danno strutturale

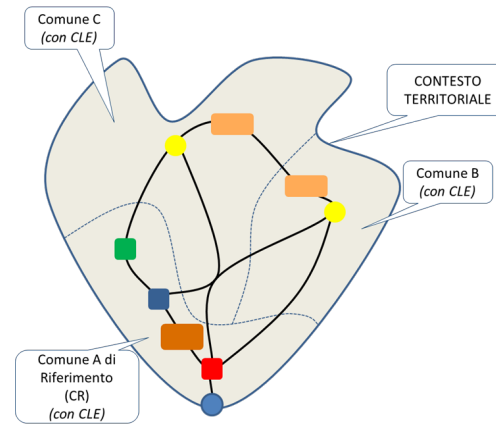
-Aree e connessioni: interferenze dovute a frane, liquefazione, crolli di edifici residenziali interferenti

Sistema a rete per la gestione dell'emergenza, da: Mori F., Gena A., Mendicelli A., Naso G., Spina D. (2020). Seismic emergency system evaluation: The role of seismic hazard and local effects. Engineering Geology

1. Esposizione

Percorsi ottimali

Un algoritmo **sperimentale** ed un tool (*softGOCT*), messo a punto nell'ambito del progetto **PON**, è in grado di trovare i **percorsi ottimali** con un certo grado di **ridondanza** tra i nodi del sistema per ogni tipo di pericolosità (sismica, idro, vulcanica) ed effettuare successivamente una selezione di percorsi in termini **multi-pericolosità**



LEGENDA PERCORSO:

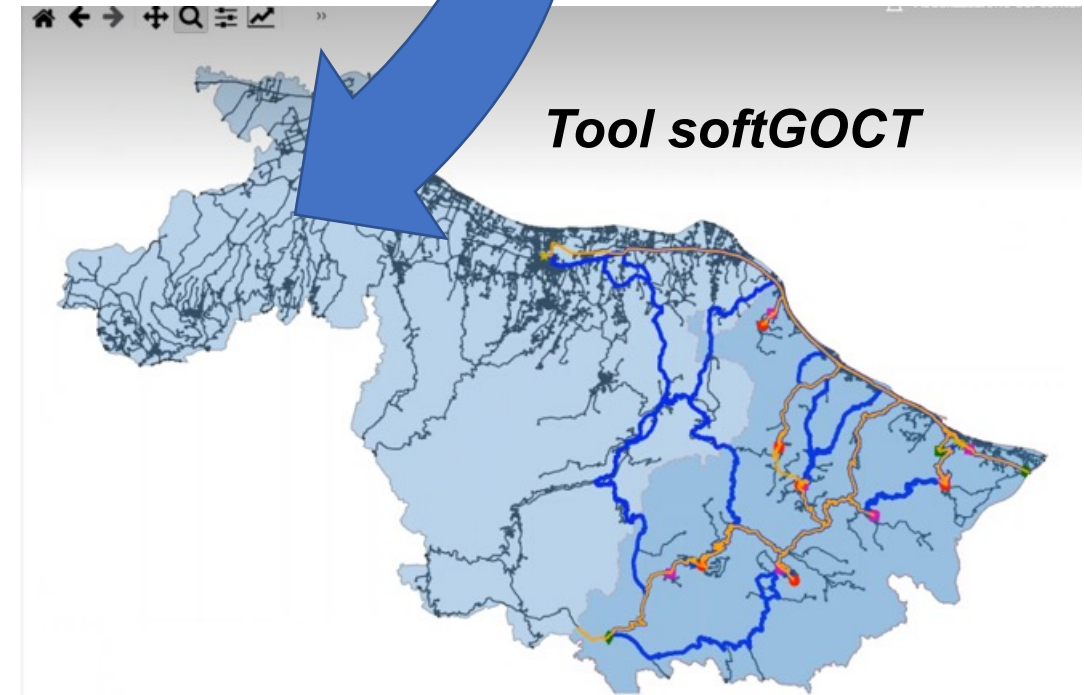
1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento



1. Esposizione

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

Percorsi ottimali

I percorsi ottimali possono essere calcolati assumendo criteri differenti di «dialogo» con la CLE:

**Calcolo con priorità
assoluta CLE**



Il tool calcola i percorsi cercando dove possibile di utilizzare i soli rami della CLE

**Calcolo con priorità
parziale CLE**



Il tool calcola i percorsi prediligendo quelli con il massimo numero di rami appartenenti alla CLE

**Calcolo con priorità
nulla CLE**



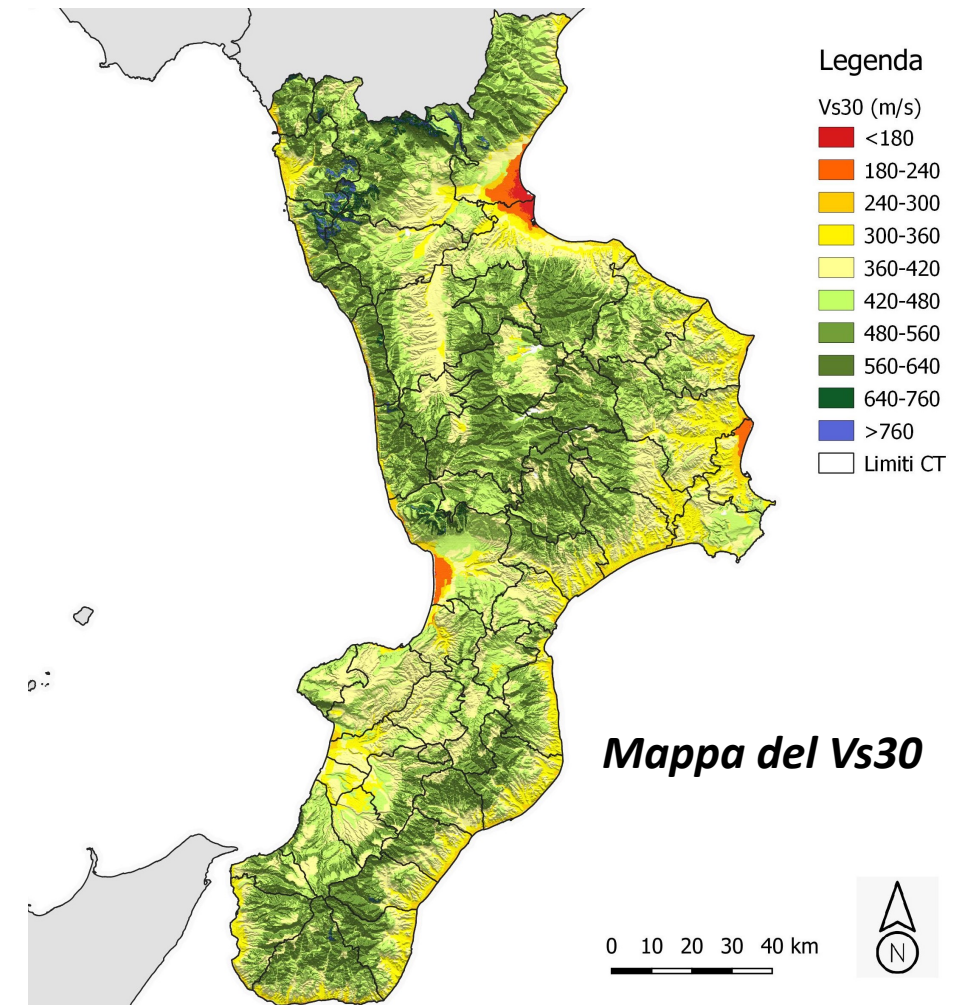
Il tool calcola i percorsi in maniera indipendente dai rami appartenenti alla CLE

2. Pericolosità sismica

- **Pericolosità di base specifica** per sistemi a rete con scenari stocastici spazialmente correlati (software «Openquake», <https://www.globalquakemodel.org/openquake>)
- **Scuotimento in superficie agli oggetti del sistema** utilizzando i fattori di amplificazione stratigrafica ricavati con funzionali (Falcone et al., 2021) dipendenti da:
 - I. aree omogenee dal punto vista geologico e geomorfologico
 - II. V_{s30} ricavata dal database della MS (Mori et al., 2020)
 - III. livello energetico dello scuotimento sismico di base
- **Effetti cosismici** (frane, liquefazione) con modelli utilizzati dall'USGS:
 - I. Modello di Nowicki et al. (2018) per le frane
 - II. Modello Zhu et al. (2017) per la liquefazione

LEGENDA PERCORSO:

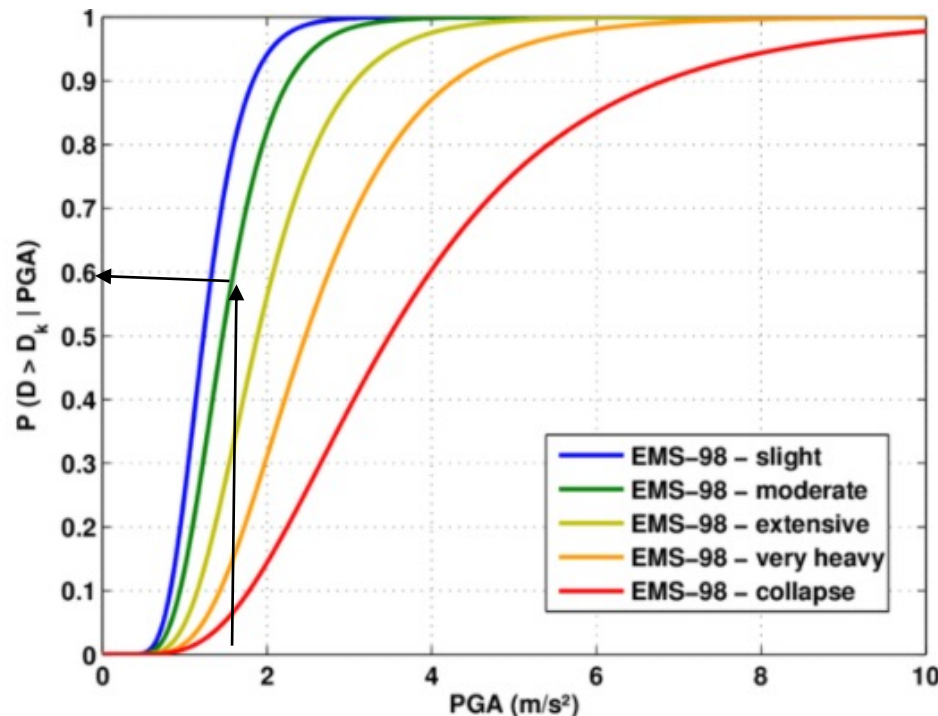
1. Esposizione
- 2. Pericolosità**
3. Vulnerabilità
4. Valutazione dell'operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



3. Vulnerabilità

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
- 3. Vulnerabilità**
4. Valutazione dell'operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



Esempio di curva di fragilità (gradi di danno scala EMS98)

Per gli edifici, la curva di fragilità permette di calcolare la **probabilità di superare un certo grado di danno D** (in ordinata) in funzione della misura di **Intensità di Misura IM** (in ascissa).

La misura di probabilità varia tra 0 e 1.

Per gli edifici residenziali utilizziamo come IM la **PGA**, per gli edifici strategici **ASI** nell'intervallo di vibrazione 0,1-0,5s / 0,4-0,8s / 0,7-1,1s

3. Vulnerabilità

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Valutazione dell'operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

Nell'ambito del progetto sono stati sviluppati modelli (curve di fragilità) semplificati e avanzati:

- **Modelli avanzati per gli Edifici strategici fondamentali:** probabilità di superamento dell'operatività strutturale con curve di fragilità ricavate da misure ambientali e modello matematico SMAV (Spina et al., 2019 - Spina et al., 2021)
- **Modelli semplificati per gli Edifici residenziali:** probabilità di crollo con curve di fragilità ricavate con approccio tecnico normativo (Sismabonus in Anelli et al., 2021)

4. Valutazione dell'operatività strutturale

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

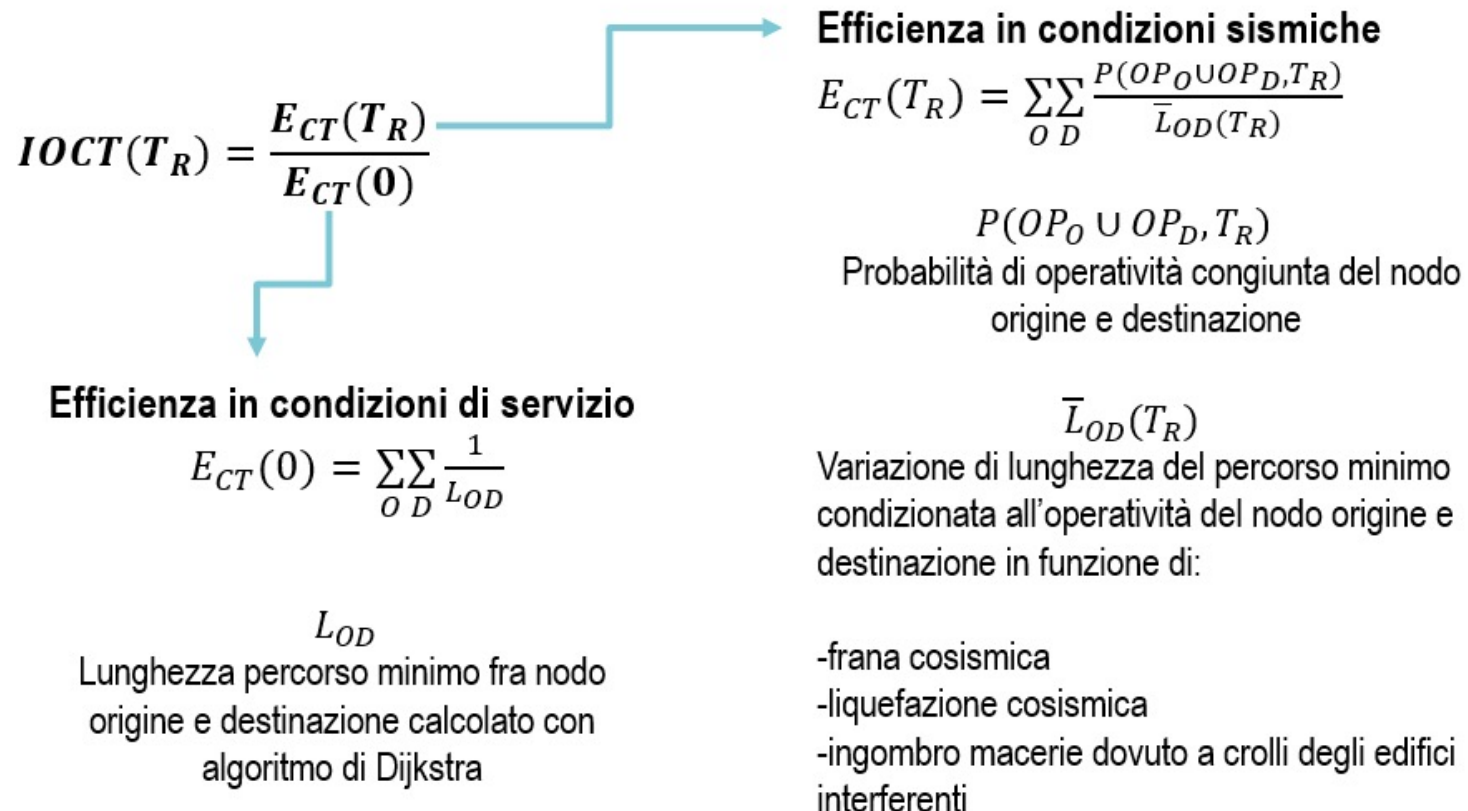
2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Valutazione dell'operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

L'Indice di Operatività del Contesto Territoriale (IOCT) viene calcolato per **100** e **475** anni di periodo di ritorno con una procedura di tipo probabilistico confrontando l'efficienza in condizioni sismiche con l'efficienza in condizioni di servizio



4. Valutazione dell'operatività strutturale

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Valutazione dell'operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

I modelli utilizzati per la valutazione dell'operatività

| Operatività <u>connessioni/aree</u> per Frana | Operatività <u>connessioni/aree</u> per Liquefazione | Operatività <u>Edifici ES</u> | Operatività <u>Edifici COC</u> | Operatività <u>connessioni/aree</u> per crollo edifici interferenti |
|--|--|---|---|--|
| Modello logistico <i>Nowicki et al., 2018</i> | Modello logistico <i>Zhu et al., 2017</i> | Curve di fragilità ricavate da misure vibrazione e modello SMAV <i>Spina et al., 2019-2021</i> <i>Vacca et al.</i> <i>In preparazione</i> | Curve di fragilità ricavate da misure vibrazione e modello SMAV <i>Mori et al., 2019</i> <i>dove non eseguite</i> <i>misure</i> | Curve di fragilità di letteratura <i>Anelli et al., 2021</i> |

4. Valutazione dell'operatività strutturale

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Valutazione dell'operatività strutturale

5. Analisi benefici/costi miglioramento

I **risultati** sono indici e relative classi di operatività:

- per le singole componenti (Edifici strategici fondamentali, Aree di ricovero e ammassamento, Edifici COC, Connessioni) in termini di 50° percentile di operatività media
- per Contesto Territoriale in termini di indicatore IOCT

L'indice e la classe di operatività globale del Contesto Territoriale vengono denominati:

- **IOCT** (Indice di Operatività del CT)
- **COCT** (Classe di operatività del CT)

4. Valutazione dell'operatività strutturale

- LEGENDA PERCORSO:**
- 1. Esposizione
 - 2. Pericolosità
 - 3. Vulnerabilità
 - 4. Valutazione dell'operatività strutturale**
 - 5. Analisi benefici/costi miglioramento

Esempio di risultati

Legenda indici e classi

| | | INDICE | CLASSE |
|---|----------------------|--------|--------|
| Componenti del sistema di gestione dell'emergenza | ES fondamentali | 0.61 | B |
| | Area di ammassamento | 1.00 | A |
| | Edifici COC | 0.47 | C |
| | Aree di ricovero | 0.96 | A |
| | Connessioni | 0.50 | C |
| | Out | 1.00 | A |

| CLASSE | INDICE |
|--------|-----------|
| A | 0.8 - 1.0 |
| B | 0.6 - 0.8 |
| C | 0.4 - 0.6 |
| D | 0.2 - 0.4 |
| E | 0 - 0.2 |

Risultati per le singole componenti

| | IOCT | COCT |
|-----------------------|------|------|
| Contesto Territoriale | 0.44 | B |

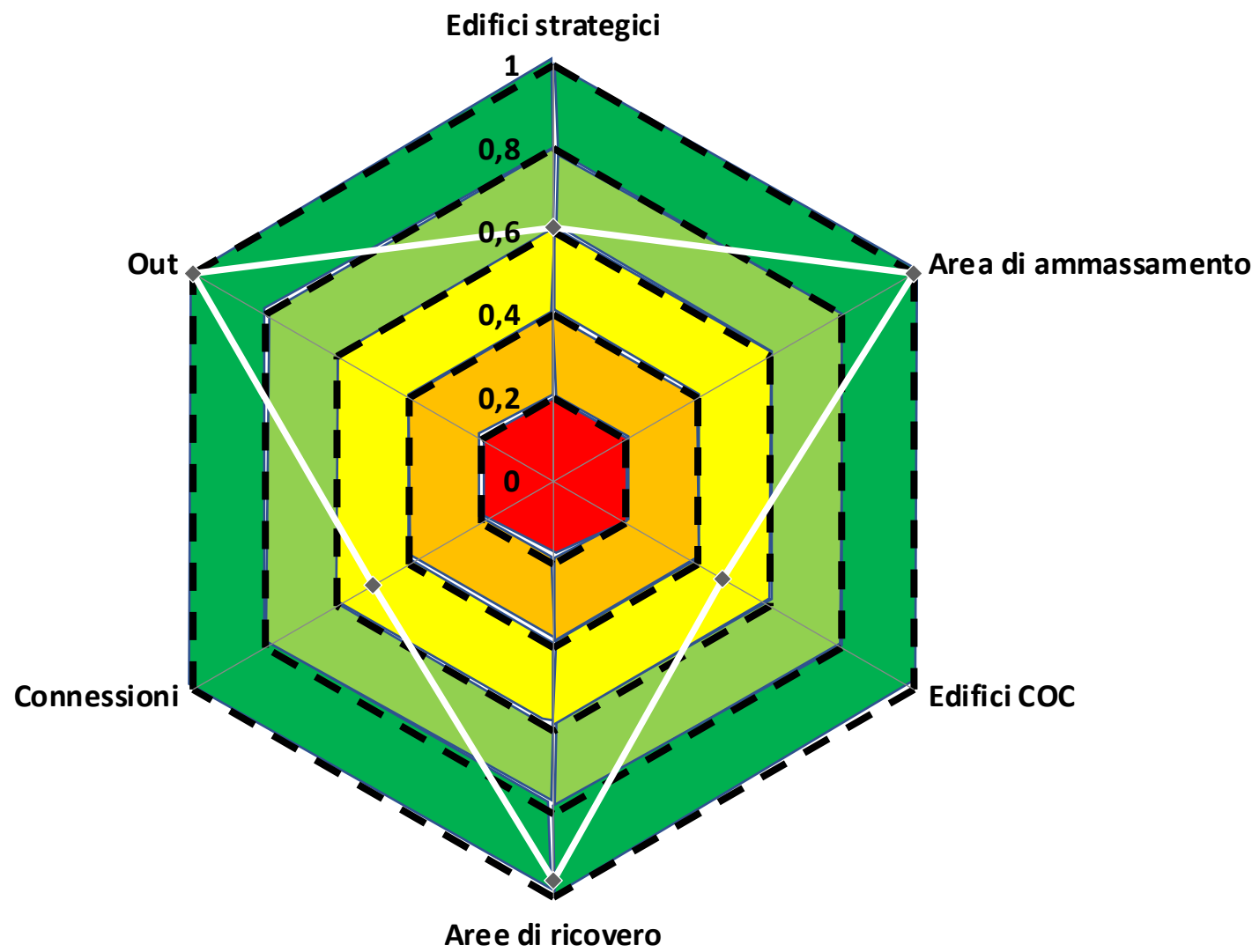
| COCT | IOCT |
|------|-------------|
| A | 0.6 - 1.0 |
| B | 0.35 - 0.6 |
| C | 0.15 - 0.35 |
| D | 0.05 - 0.15 |
| E | 0 - 0.05 |

Risultato globale per il Contesto Territoriale

Le soglie delle classi sono preliminari e verranno ricalibrate con un campione di sperimentazioni più ampio. Si noti comunque che il passo della classificazione globale di IOCT non è lineare

4. Valutazione dell'operatività strutturale

- LEGENDA PERCORSO:**
- 1. Esposizione
 - 2. Pericolosità
 - 3. Vulnerabilità
 - 4. Valutazione dell'operatività strutturale**
 - 5. Analisi benefici/costi miglioramento



| CLASSE | INDICE |
|--------|-----------|
| A | 0.8 - 1.0 |
| B | 0.6 - 0.8 |
| C | 0.4 - 0.6 |
| D | 0.2 - 0.4 |
| E | 0 - 0.2 |

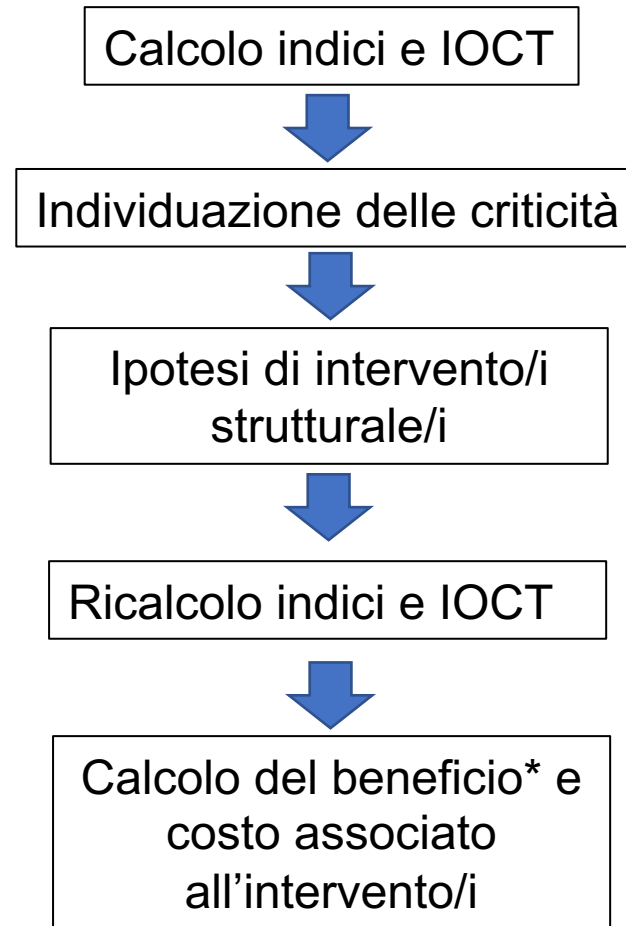
Una rappresentazione qualitativa dei risultati è questa del radar a esagono, nella quale vengono rappresentati i valori di operatività delle componenti del sistema con la scala cromatica delle classi

5. Analisi benefici/costi associati agli interventi (sperimentale)

LEGENDA PERCORSO:

- 1. Esposizione
- 2. Pericolosità
- 3. Vulnerabilità
- 4. Valutazione dell'operatività strutturale
- 5. Analisi benefici/costi miglioramento**

*Processo utilizzato
per determinare gli
interventi per il
miglioramento
strutturale*



*Il beneficio è stimato in termini di passaggio di classe di operatività del CT

5. Analisi benefici/costi associati agli interventi

- LEGENDA PERCORSO:**
- 1. Esposizione
 - 2. Pericolosità
 - 3. Vulnerabilità
 - 4. Valutazione dell'operatività strutturale
 - 5. Analisi benefici/costi miglioramento**

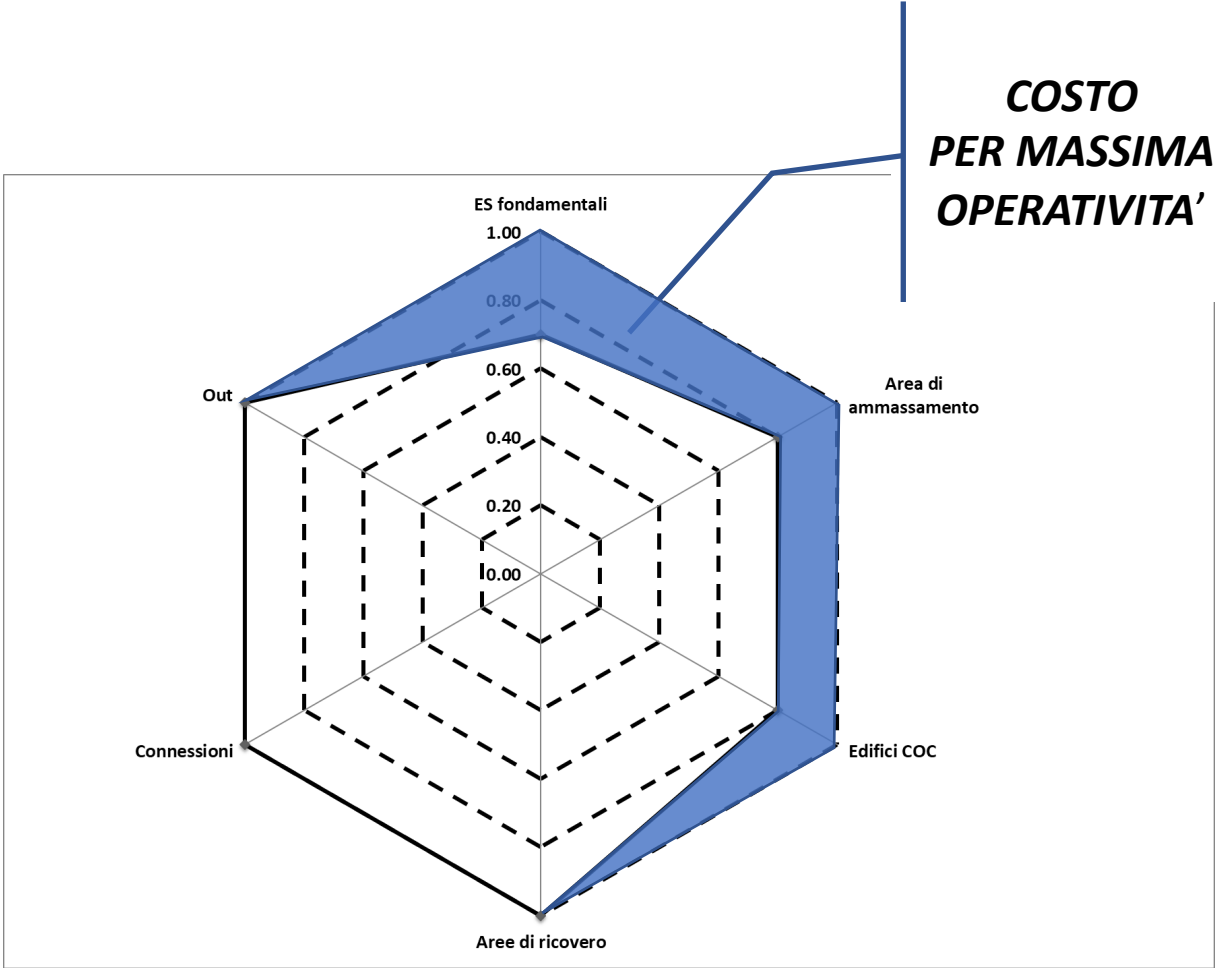
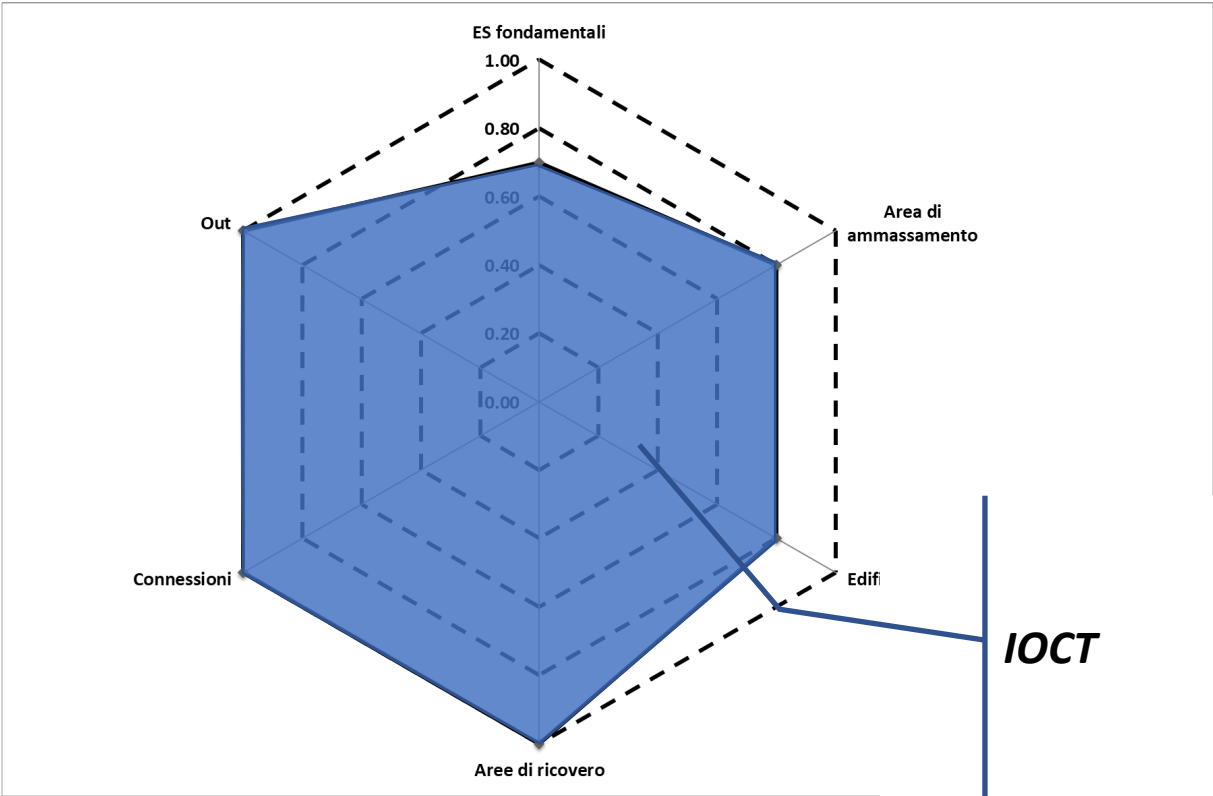
I modelli utilizzati per associare i costi legati agli incrementi di capacità

| <u>Operatività connessioni/aree per Frana</u> | <u>Operatività connessioni/aree per Liquefazione</u> | <u>Operatività Edifici ES</u> | <u>Operatività Edifici COC</u> | <u>Operatività connessioni/aree per crollo edifici interferenti</u> |
|---|--|--|--|---|
| Prezzari ANAS | Progetto Liquefact | Caterino et al., 2018 (per c.a.) Stime parametriche Reluis (per muratura) | Caterino et al., 2018 (per c.a.) Stime parametriche Reluis (per muratura) | Curve di letteratura Anelli et al., 2021 |

5. Analisi benefici/costi associati agli interventi

La rappresentazione a radar aiuta a visualizzare anche il significato del costo per raggiungere la massima operatività strutturale

- LEGENDA PERCORSO:
- 1. Esposizione
 - 2. Pericolosità
 - 3. Vulnerabilità
 - 4. Valutazione dell'operatività strutturale
 - 5. **Analisi benefici/costi miglioramento**



5. Analisi benefici/costi associati agli interventi

LEGENDA PERCORSO:

- 1. Esposizione
- 2. Pericolosità
- 3. Vulnerabilità
- 4. Valutazione dell'operatività strutturale
- 5. Analisi benefici/costi miglioramento**

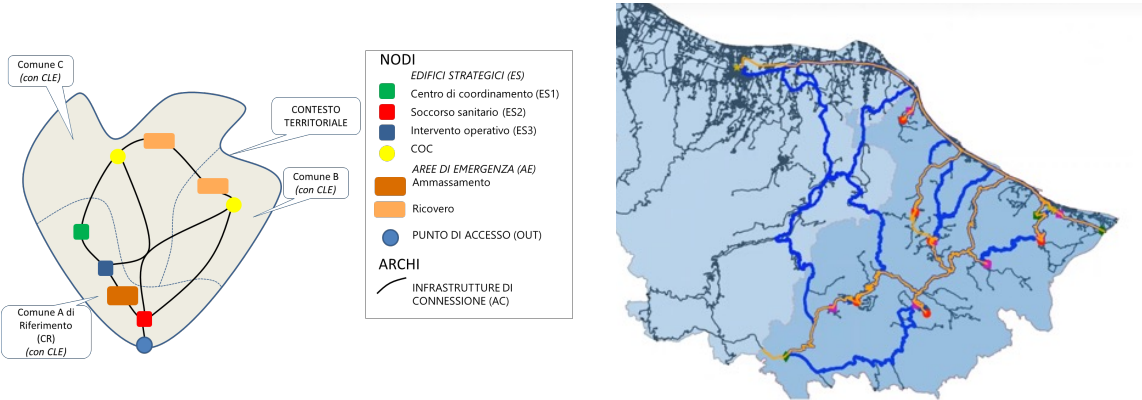
Anche i costi sono classificati secondo una scala non lineare

CLASSI DI COSTO



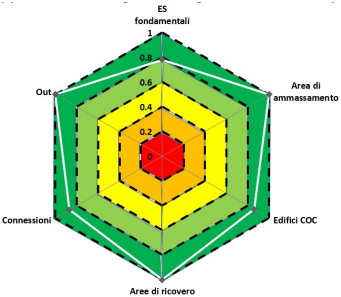
Software/tools in preparazione per la fine del progetto

- Soft_GOCT:**
tool per la generazione dei percorsi ottimali
in condizioni multi pericolosità



- Soft_IOCT**
tool per la gestione del percorso di valutazione
dell'operatività del CT (Indici e Classi)

| Componenti del sistema di gestione dell'emergenza | ES fondamentali | INDICE | CLASSE |
|---|----------------------|--------|--------|
| | Area di ammassamento | 1.00 | A |
| | Edifici COC | 0.86 | A |
| | Aree di ricovero | 1.00 | A |
| | Connessioni | 0.87 | A |
| | Out | 1.00 | A |
| Contesto Territoriale | | IOCT | COCT |
| | | 0.59 | B |



Bibliografia

-Anelli, A., 2021. Seismic fragility and vulnerability curves for the Italian residential building stock – Structure and Infrastructure engineering

-Caterino N, Azmoodeh BM, Manfredi G (2018) Seismic Risk Mitigation for a Portfolio of Reinforced Concrete Frame Buildings through Optimal Allocation of a Limited Budget. Adv Civ Eng. doi: 10.1155/2018/8184756

-Falcone et al., 2021 - Seismic amplification maps of Italy based on site-specific microzonation dataset and one-dimensional numerical approach - in preparazione

-Libro bianco sulla ricostruzione privata fuori dai centri storici nei comuni colpiti dal sisma dell'Abruzzo del 6 Aprile 2009

-Liquefact, 2020. The Challenge to Improve Community Resilience (<http://www.liquefact.eu/>)

-Mori, F., Gaudiosi, I., Tarquini, E., Bramerini, F., Castenetto, S., Naso, G., Spina, D., 2019. HSM: a synthetic damage-constrained seismic hazard parameter. Bull. Earthq. Eng. <https://doi.org/10.1007/s10518-019-00677-2>

-Mori, F., Gena, A., Mendicelli, A., Naso, G., Spina, D., 2020. Seismic emergency system evaluation: The role of seismic hazard and local effects. Eng. Geol. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105587>

-Mori F, Mendicelli A, Moscatelli M, et al (2020) A new Vs30 map for Italy based on the seismic microzonation dataset. Eng Geol. doi: 10.1016/j.enggeo.2020.105745

-Nowicki Jessee, M.A., Hamburger, M.W., Allstadt, K., Wald, D.J., Robeson, S.M., Tanyas, H., Hearne, M., Thompson, E.M., 2018. A Global Empirical Model for Near-Real-Time Assessment of Seismically Induced Landslides. J. Geophys. Res. Earth Surf. <https://doi.org/10.1029/2017JF004494>

-Spina, D., Acunzo, G., Fiorini, N., Mori, F., Dolce, M., 2019. A probabilistic simplified seismic model of masonry buildings based on ambient vibrations. Bull. Earthq. Eng. <https://doi.org/10.1007/s10518-018-0481-y>

-Vacca et al., SMAV analysis for the fragility curves of civil protection strategic buildings – in preparazione

-Zhu, J., Baise, L.G., Thompson, E.M., 2017. An updated geospatial liquefaction model for global application. Bull. Seismol. Soc. Am. <https://doi.org/10.1785/0120160198>

APPLICAZIONE CT PILOTA

CARIATI

Di seguito si presenta l'applicazione al CT pilota di **Cariati** ed in particolare la simulazione ed il prototipo del:

- calcolo dell'operatività (**ANTE**) per $Tr=475$ anni
- stima del **miglioramento** del sistema con ipotesi di intervento e analisi benefici/costi associata a $Tr=475$ anni
- nuovo calcolo dell'operatività (**POST**) a $Tr=475$ anni
- Verifica per $Tr=100$ anni

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione

2. Pericolosità

3. Vulnerabilità

4. Operatività strutturale

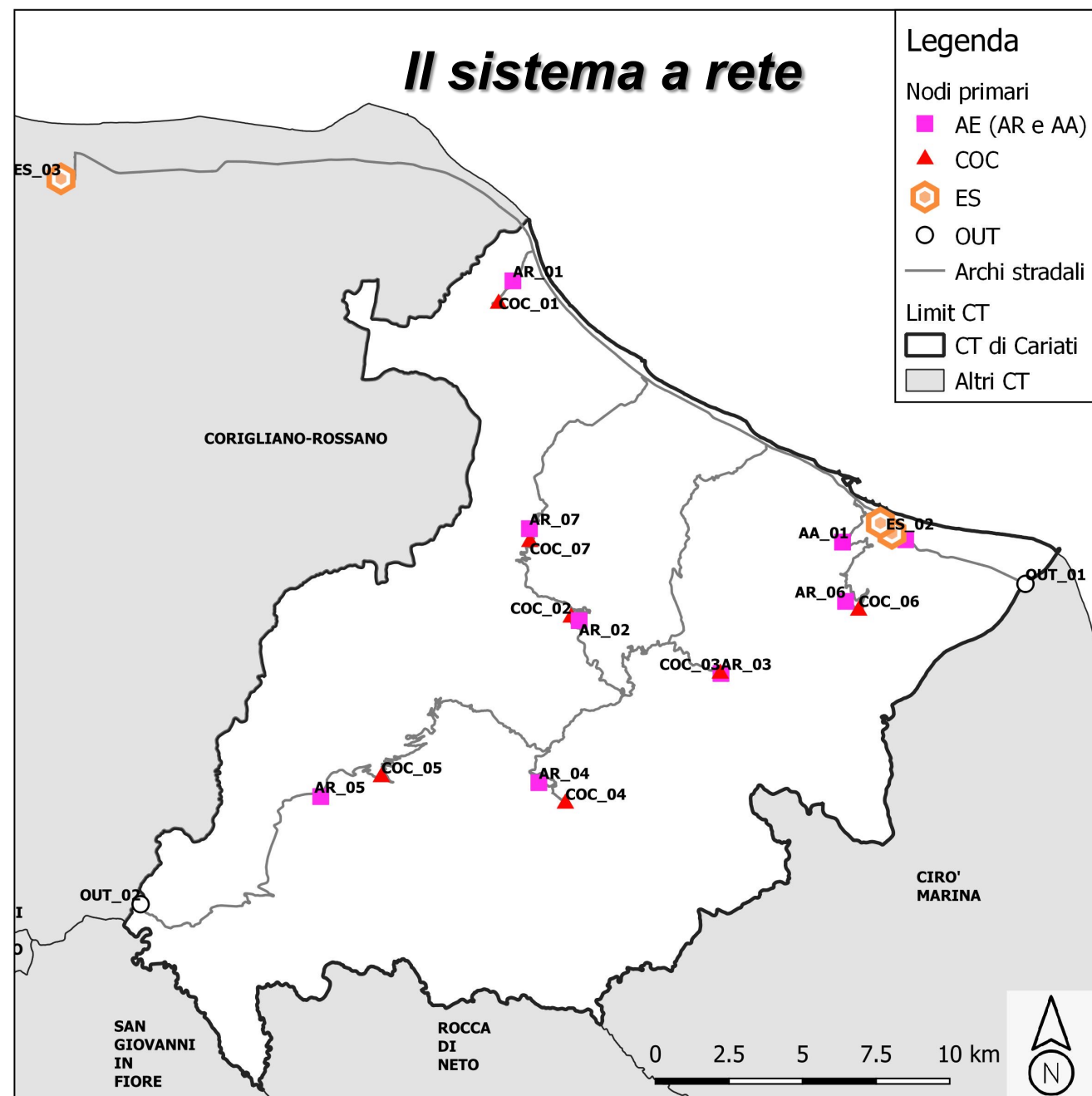
5. Analisi benefici/costi miglioramento

Il portafoglio degli oggetti del sistema strutturale di emergenza del CT

-21 nodi primari (3 ES, 7 COC, 8 AR, 1 AA, 2 OUT)

-239 archi

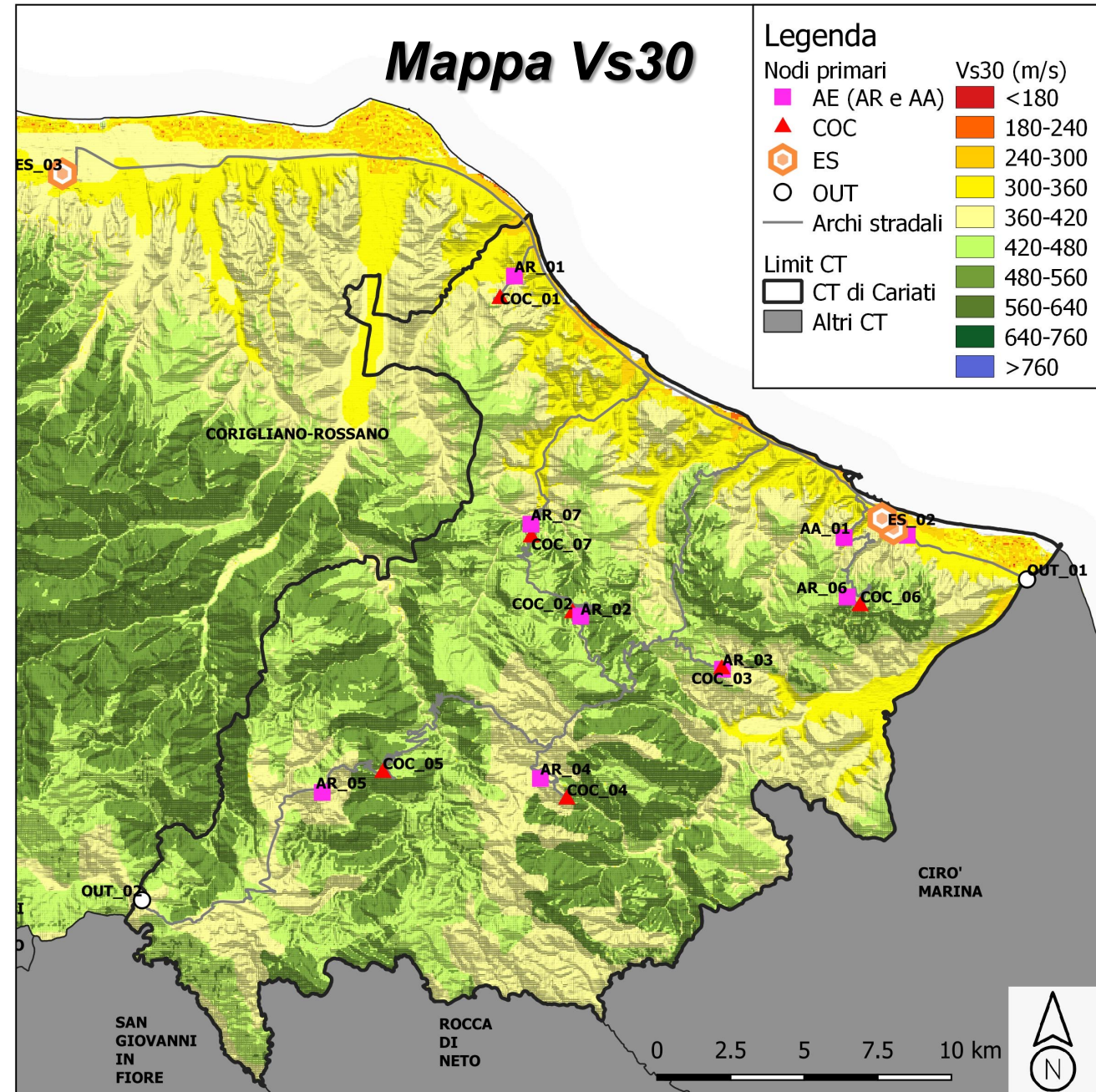
-circa 400 US interferenti



Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

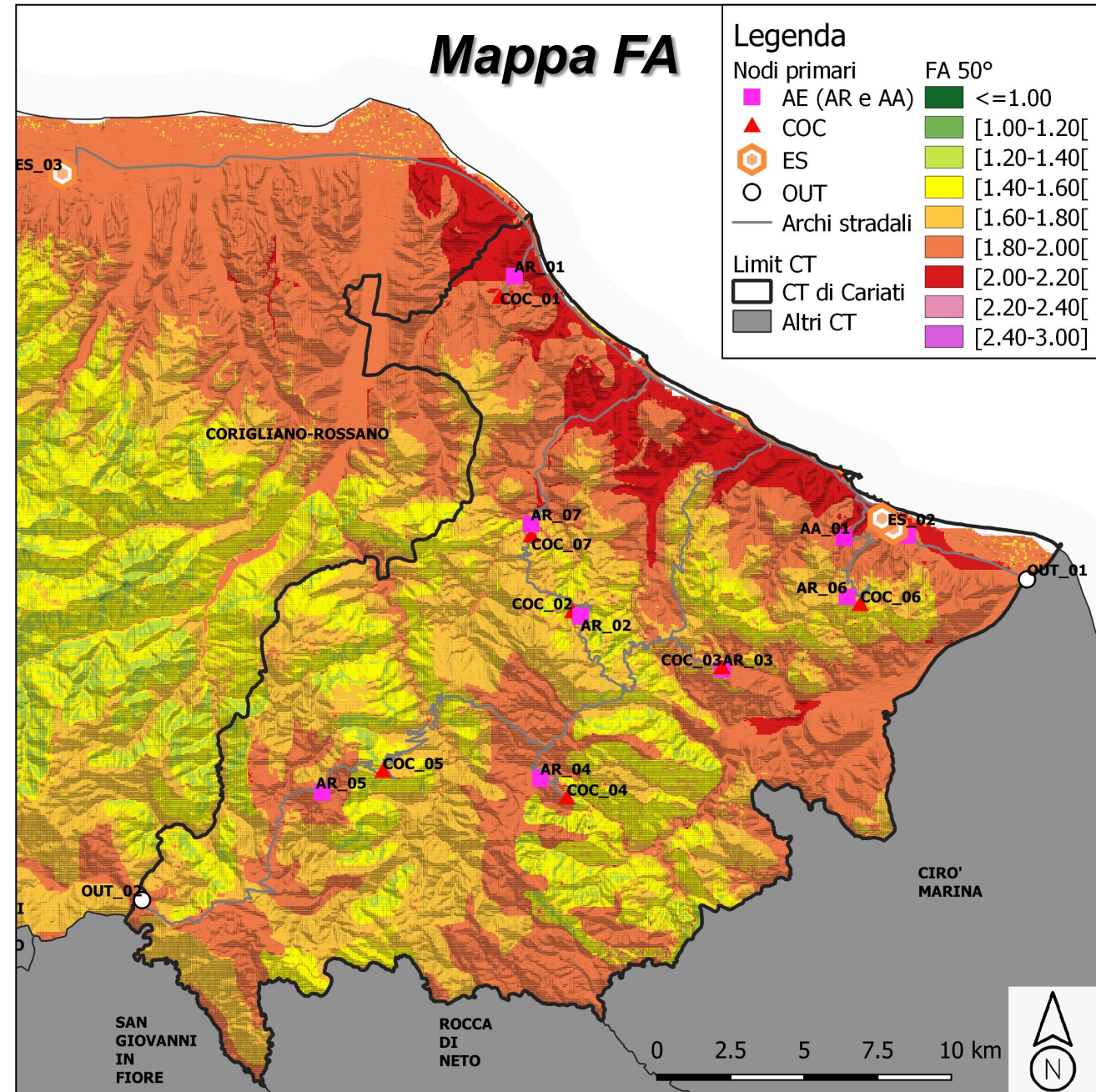
1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariati

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

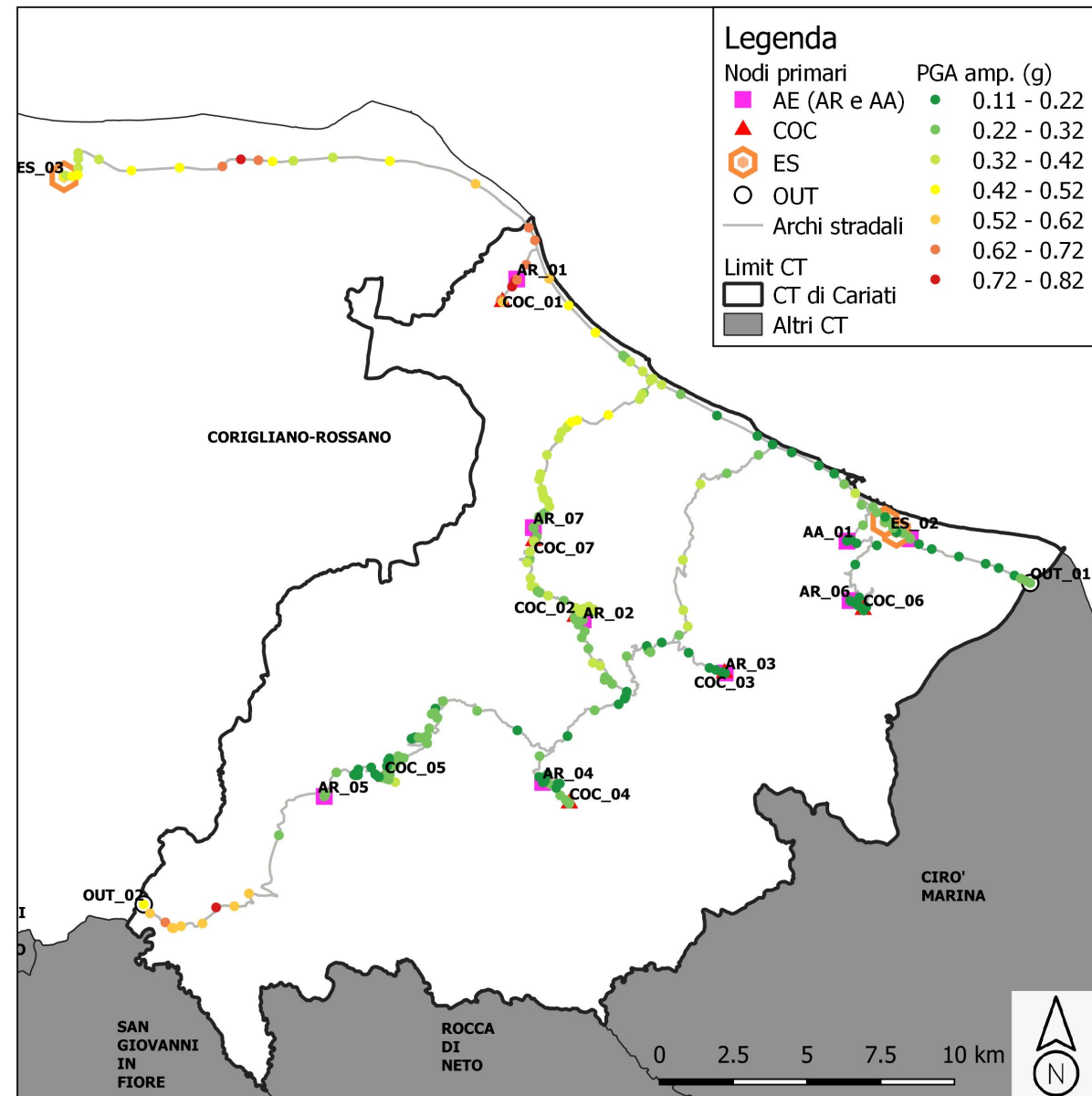
LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento

Scenari estratti da procedura stocastica con *Openquake*:
-144 scenari a 100 anni
-44 scenari a 475 anni

Esempio di scuotimento sismico amplificato ai nodi del grafo in termini di PGA per uno degli scenari associati al periodo di ritorno di **475 anni**

Esempio di scenario agli oggetti

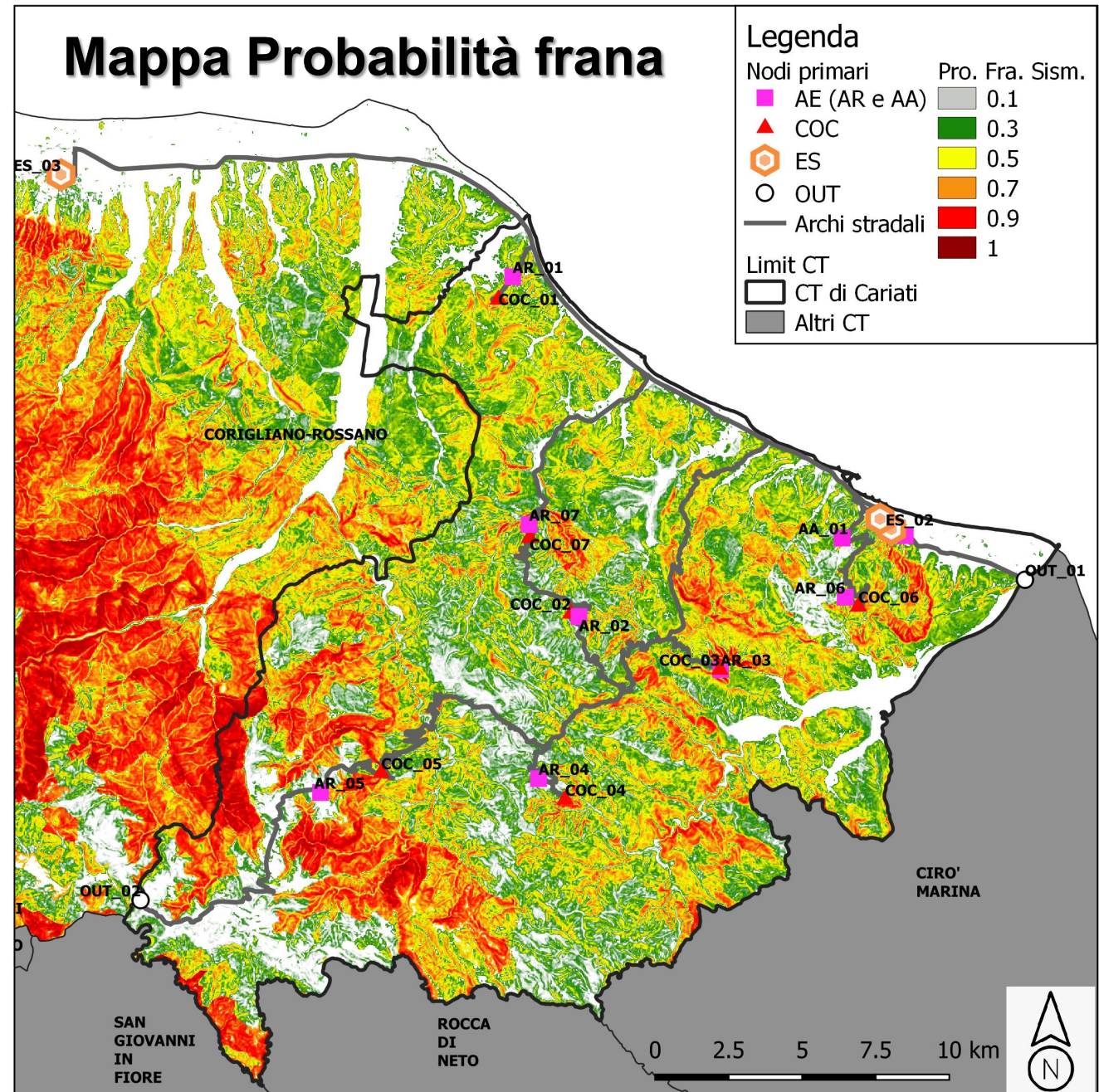


Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
- 2. Pericolosità**
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento

Mappa Probabilità frana con modello logistico Nowicki et al. (2018)



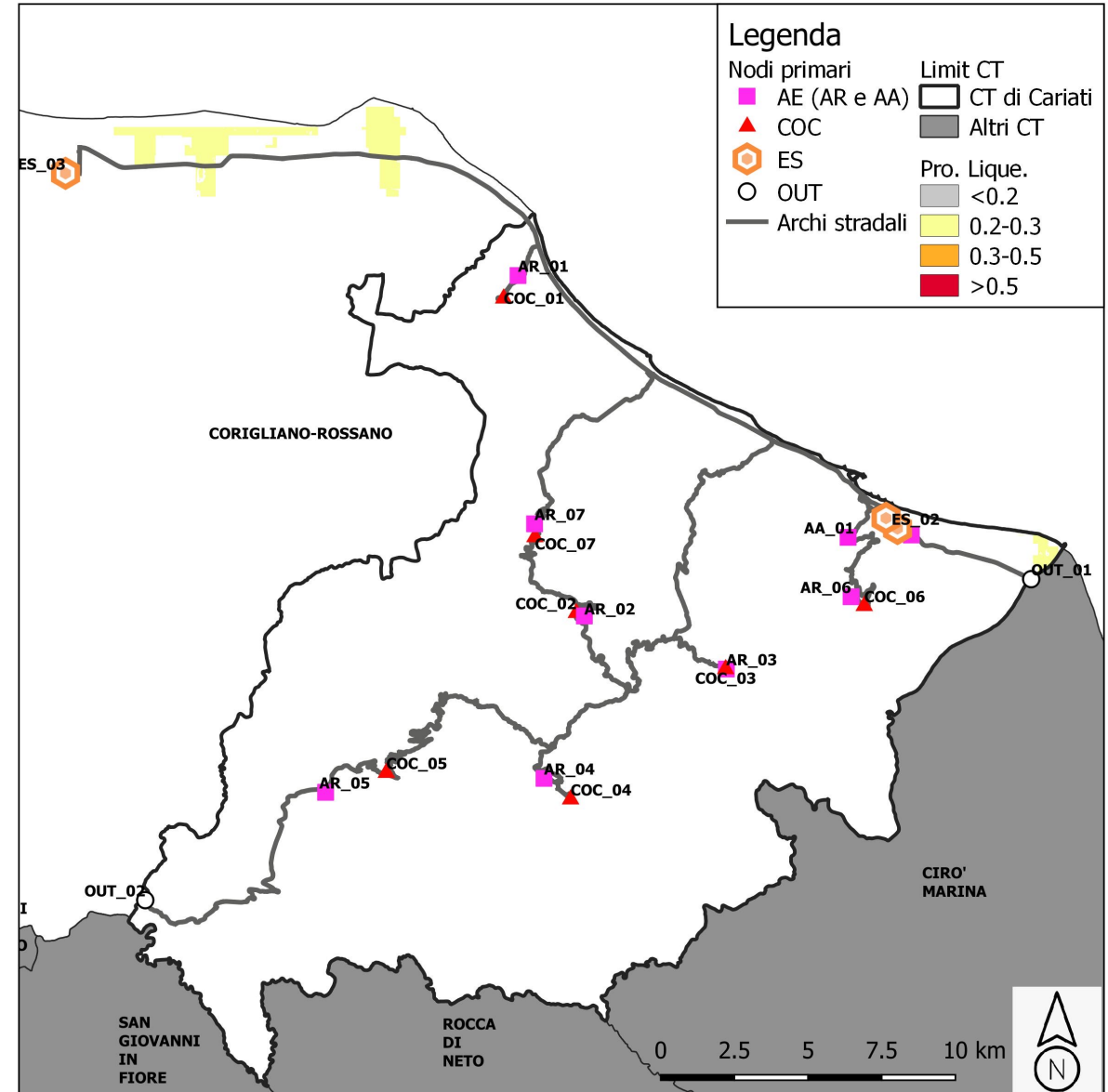
Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
- 2. Pericolosità**
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento

Mappa Probabilità liquefazione con modello logistico Zhu et al. (2017)

Mappa Probabilità liquefazione

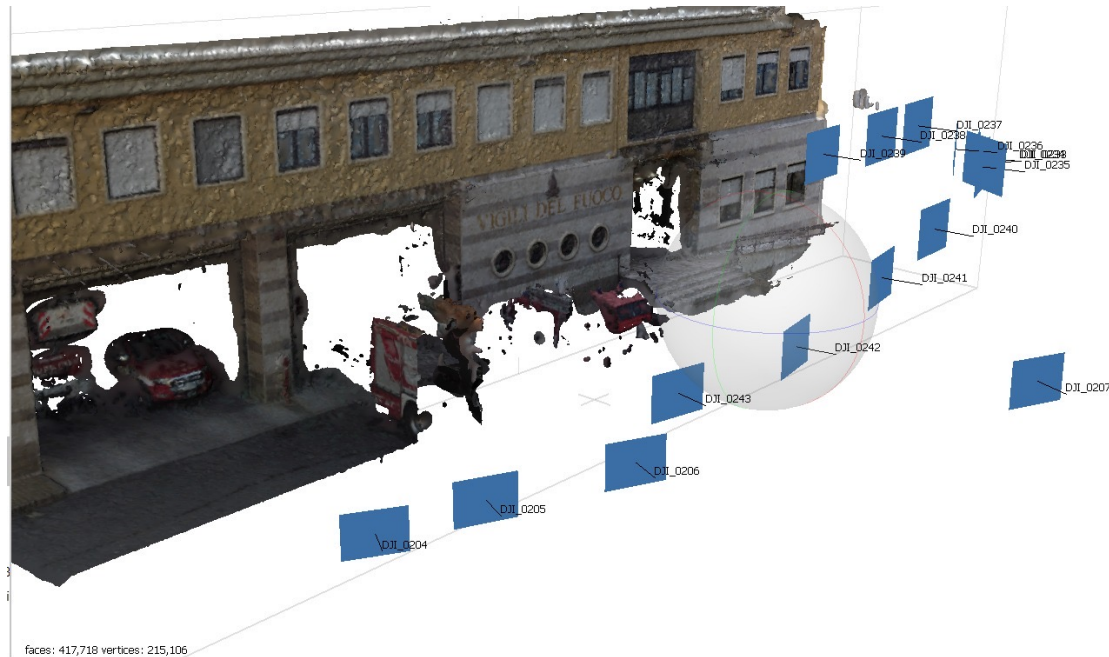


Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

Vulnerabilità

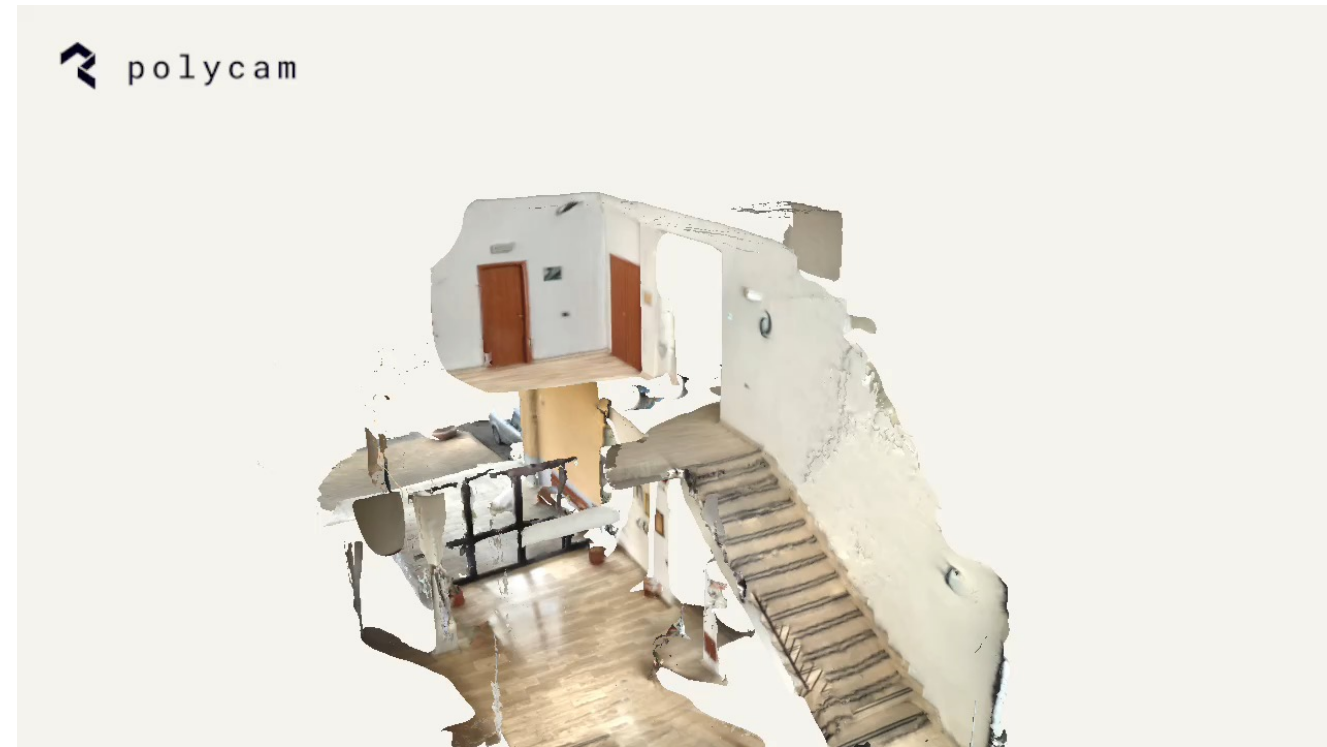
Misure di vibrazione (IGAG), modello SMAV e curva di fragilità da modello SMAV

Applicazione su ES3: VVF Rossano



LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
- 3. Vulnerabilità**
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



Ricostruzione geometria con drone (sinistra) e laser scanner (destra)

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

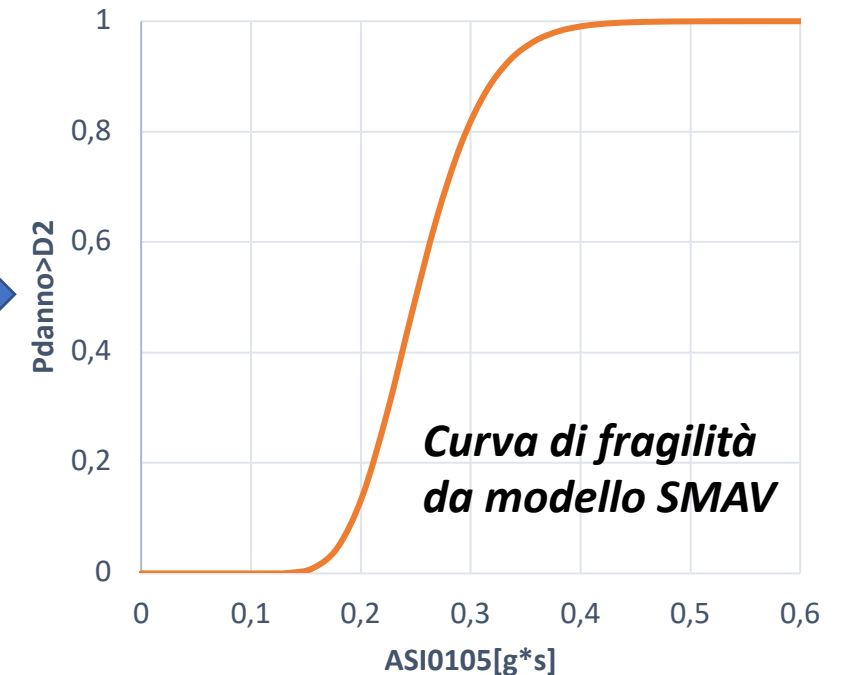
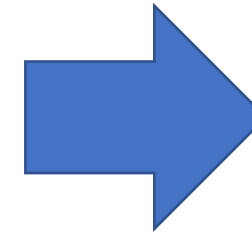
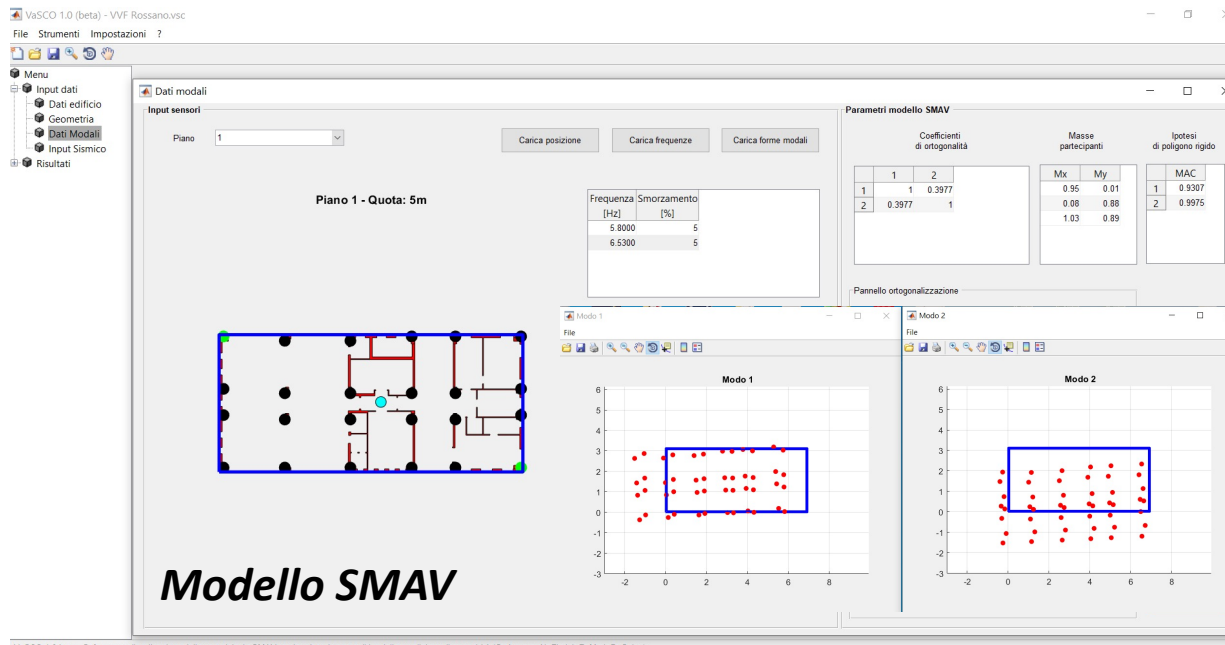
Vulnerabilità

Misure di vibrazione (IGAG), modello SMAV e curva di fragilità da modello SMAV

Applicazione su ES3: VVF Rossano

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
3. **Vulnerabilità**
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento



Probabilità di eccedere il danno associato alla perdita dell'operatività strutturale

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
- 4. Operatività strutturale**
5. Analisi benefici/costi miglioramento

RISULTATI per Tr=475 anni

| | | INDICE | CLASSE |
|---|----------------------|--------|--------|
| Componenti del sistema di gestione dell'emergenza | ES fondamentali | 0.61 | B* |
| | Area di ammassamento | 1.00 | A |
| | Edifici COC | 0.47 | C* |
| | Aree di ricovero | 0.96 | A |
| | Connessioni | 0.50 | C |
| | Out | 1.00 | A |

Legenda indici e classi

| CLASSE | INDICE |
|--------|-----------|
| A | 0.8 - 1.0 |
| B | 0.6 - 0.8 |
| C | 0.4 - 0.6 |
| D | 0.2 - 0.4 |
| E | 0 - 0.2 |

Risultati per le singole componenti (50° percentile delle medie)

| | IOCT | COCT |
|-----------------------|------|------|
| Contesto Territoriale | 0.44 | B |

| COCT | IOCT |
|------|-------------|
| A | 0.60 - 1.0 |
| B | 0.35 - 0.6 |
| C | 0.15 - 0.35 |
| D | 0.05 - 0.15 |
| E | 0 - 0.05 |

Risultato globale per il Contesto Territoriale (Indice IOCT)

*modelli di fragilità di letteratura – da modello SMAV su ES3

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

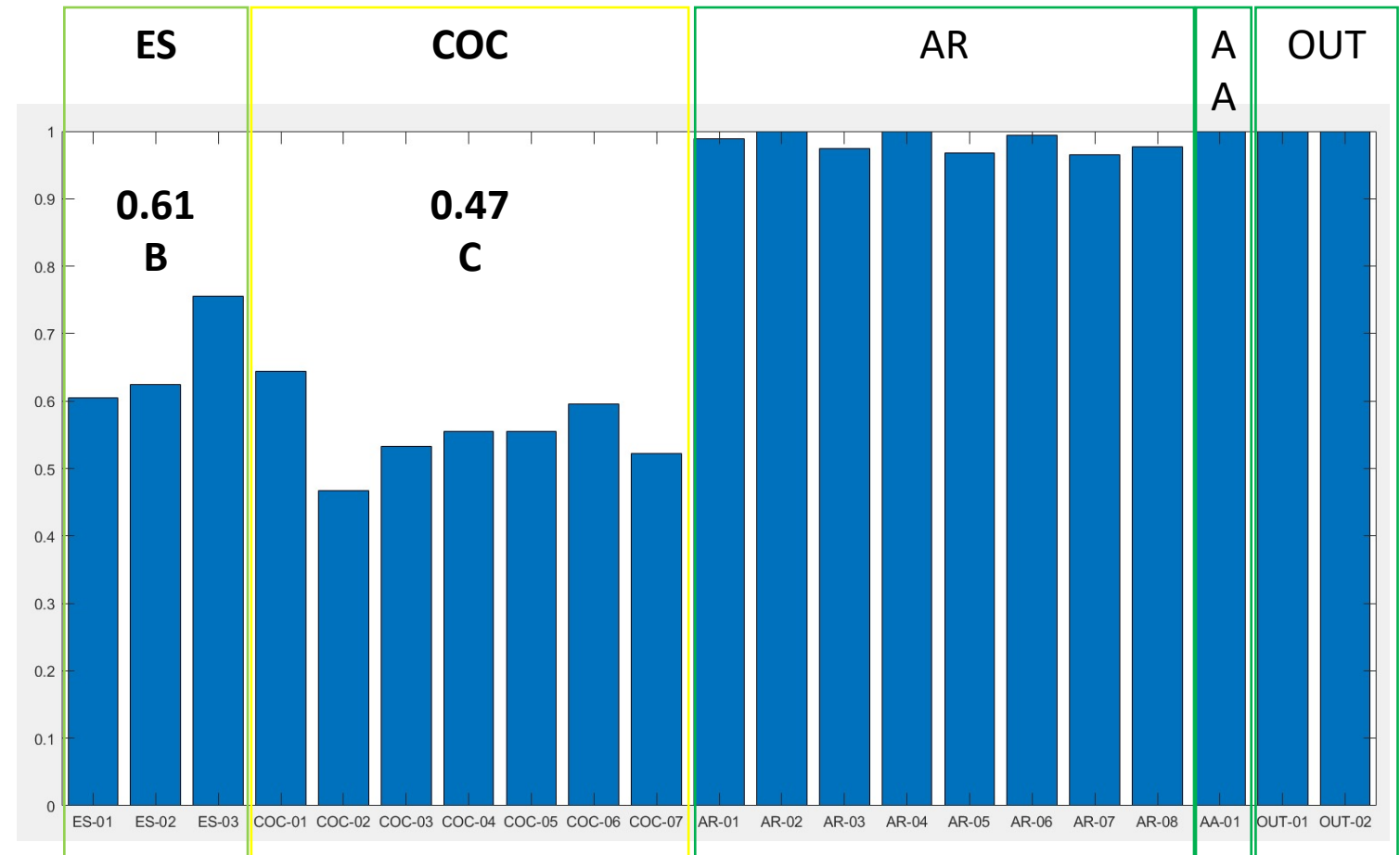
1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. Analisi benefici/costi miglioramento

Analisi benefici/costi associata agli interventi per il miglioramento

Criticità riscontrate a 475 anni

- **Criticità 1 (CR1)**
Operatività degli ES fondamentali
- **Criticità 2 (CR2)**
Operatività dei COC

Probabilità di operatività media dei nodi del sistema a rete



Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

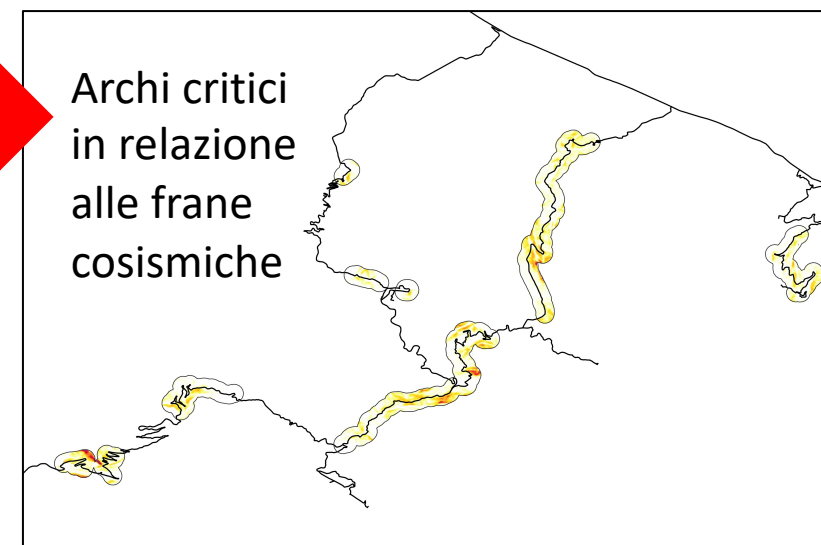
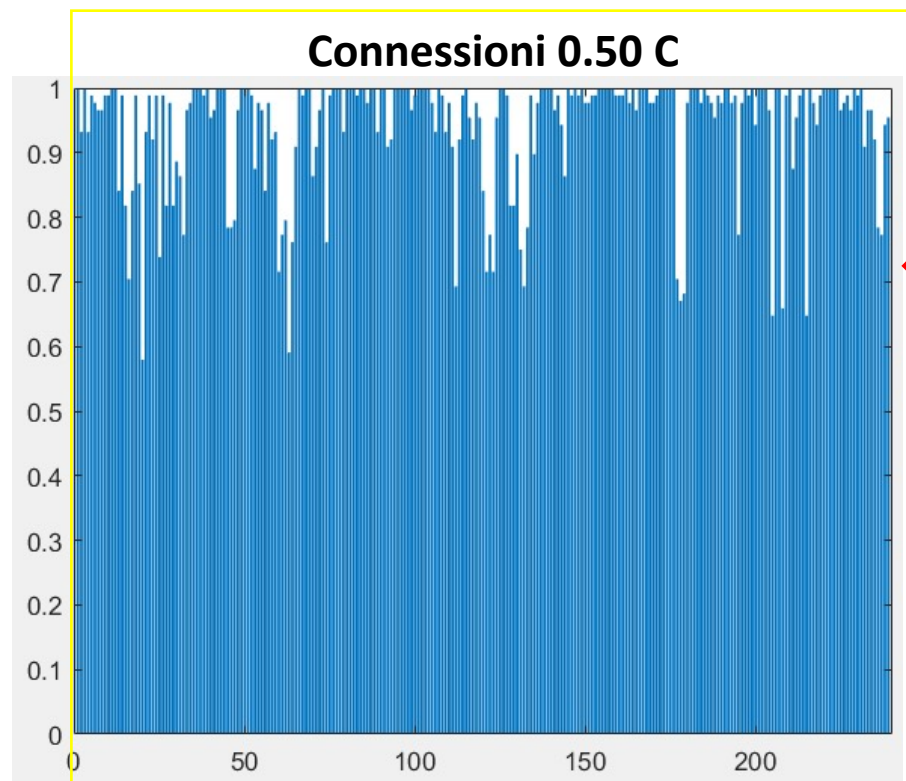
1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
5. **Analisi benefici/costi miglioramento**

Analisi benefici/costi associata agli interventi per il miglioramento

Criticità riscontrate a 475 anni

- **Criticità 3 (CR3)** – Operatività delle connessioni in relazione alle frane

Probabilità di operatività media dovuta a interferenza da frane per i 239 archi



Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

LEGENDA PERCORSO:

1. Esposizione
2. Pericolosità
3. Vulnerabilità
4. Operatività strutturale
- 5. Analisi benefici/costi miglioramento**

Analisi benefici/costi associata agli interventi per il miglioramento

Criteri e ipotesi di intervento per $T_r=475$ anni:

Per ogni criticità individuata, partendo dalla peggiore, si interviene e si valuta:

- il beneficio in termini di passaggio di classe globale COCT e classe della singola componente
- la classe di costo associata

Si interviene fino al raggiungimento della performance obiettivo, ovvero il miglioramento di classe COCT

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

Analisi benefici/costi associata agli interventi per il miglioramento

- LEGENDA PERCORSO:**
- 1. Esposizione
 - 2. Pericolosità
 - 3. Vulnerabilità
 - 4. Operatività strutturale
 - 5. Analisi benefici/costi miglioramento**



| Ipotesi di intervento | Beneficio passaggio di classe Globale <u>COCT</u> | Beneficio passaggio di classe singola componente | Classe di costo associata |
|------------------------|---|--|---------------------------|
| Hp1 (Cr1. ES) | NO | SI (B→A) | <div><div>X</div></div> |
| Hp2 (Cr2. COC) | NO | SI (C→B) | <div><div>X</div></div> |
| Hp3 (Cr3. Connessioni) | NO | SI (C→B) | <div><div>X</div></div> |
| Hp4 (Cr1-Cr2-Cr3) | SI (B→A) | SI (ES, COC, Connessioni) | <div><div>X</div></div> |

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

Analisi benefici/costi associata al miglioramento

Tr=475 anni

Classe componente Classe CT

| CLASSE | INDICE |
|--------|-----------|
| A | 0.8 - 1.0 |
| B | 0.6 - 0.8 |
| C | 0.4 - 0.6 |
| D | 0.2 - 0.4 |
| E | 0 - 0.2 |

| COCT | IOCT |
|------|-------------|
| A | 0.6 - 1.0 |
| B | 0.35 - 0.6 |
| C | 0.15 - 0.35 |
| D | 0.05 - 0.15 |
| E | 0 - 0.05 |

ANTE



POST (Hp.4)

| | | INDICE | CLASSE |
|---|----------------------|--------|--------|
| Componenti del sistema di gestione dell'emergenza | ES fondamentali | 0.61* | B* |
| | Area di ammassamento | 1.00 | A |
| | Edifici COC | 0.47* | C* |
| | Aree di ricovero | 0.96 | A |
| | Connessioni | 0.50 | C |
| | Out | 1.00 | A |

| | IOCT | COCT |
|-----------------------|------|------|
| Contesto Territoriale | 0.44 | B |

| | | INDICE | CLASSE |
|---|----------------------|--------|--------|
| Componenti del sistema di gestione dell'emergenza | ES fondamentali | 0.81* | A* |
| | Area di ammassamento | 1.00 | A |
| | Edifici COC | 0.73* | B* |
| | Aree di ricovero | 0.96 | A |
| | Connessioni | 0.66 | B |
| | Out | 1.00 | A |

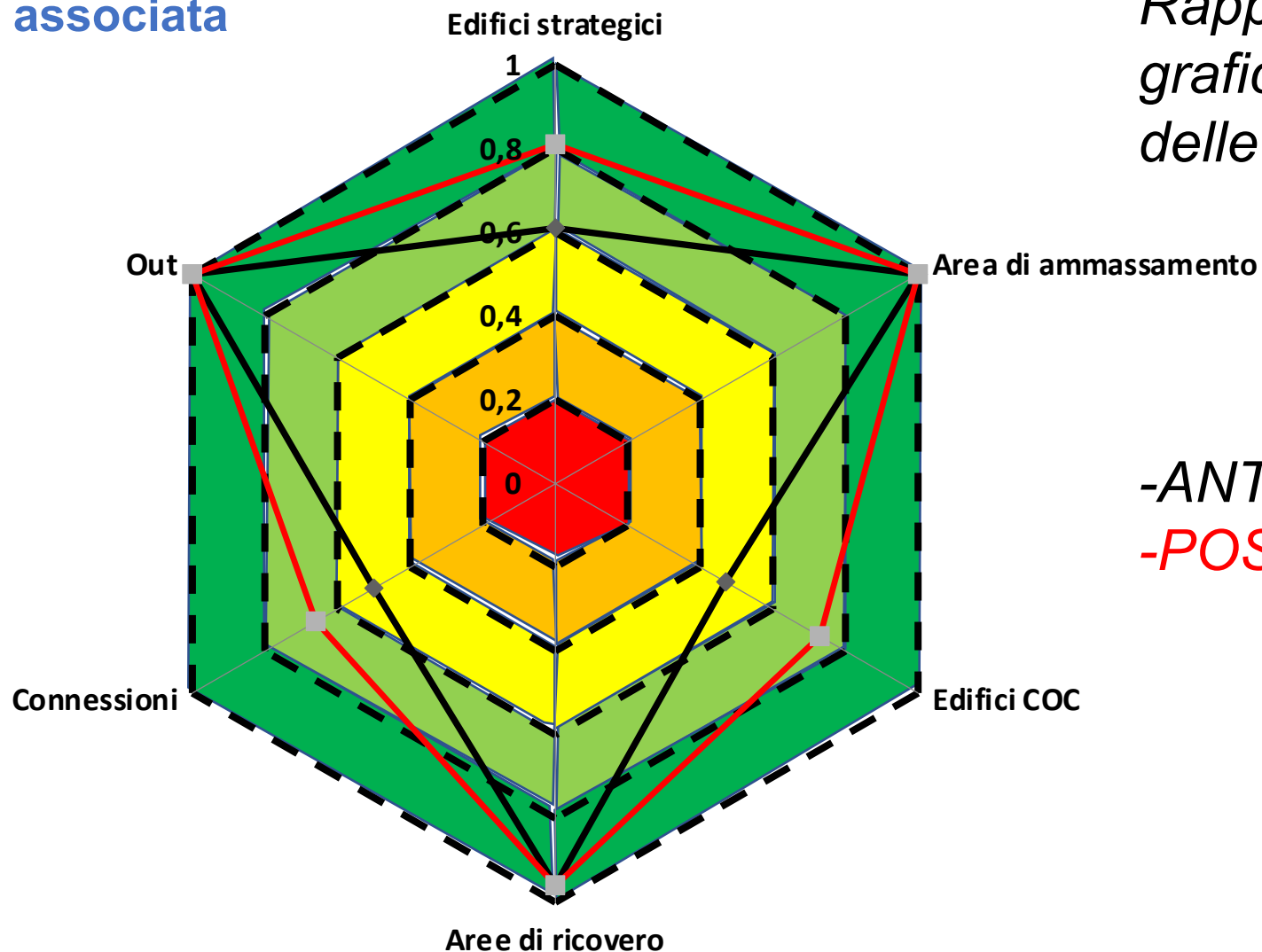
| | IOCT | COCT |
|-----------------------|------|------|
| Contesto Territoriale | 0.71 | A |

Si interviene fino al raggiungimento della performance obiettivo, ovvero il miglioramento di classe COCT

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

Analisi benefici/costi associata
al miglioramento

Tr=475 anni



*Rappresentazione
grafica degli indici
delle componenti*

-ANTE
-POST

Operatività strutturale del Contesto Territoriale di Cariatì

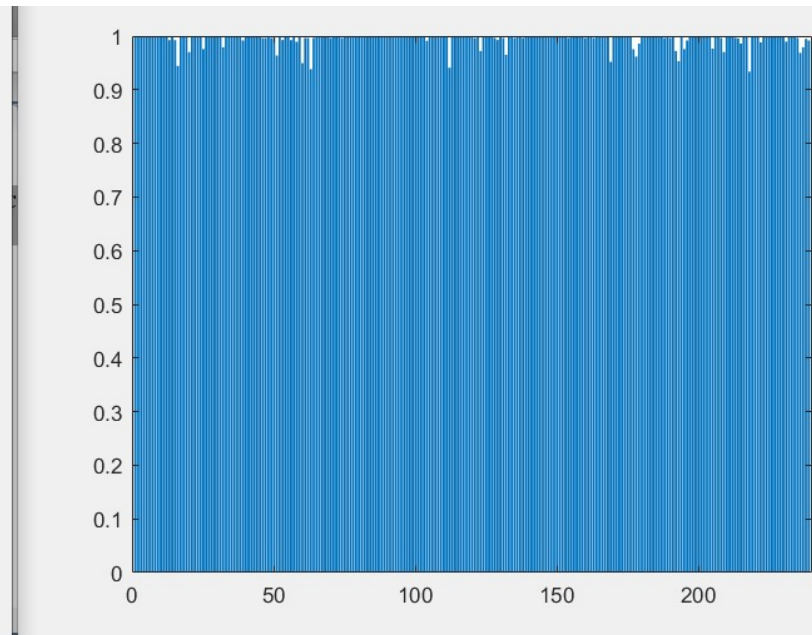
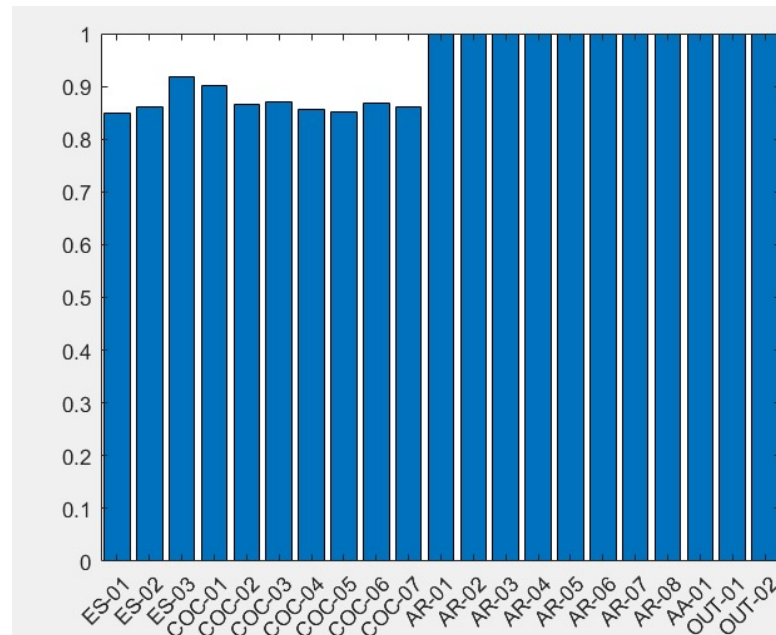
Analisi benefici/costi associata al miglioramento

Verifica a $Tr=100$ anni

COCT = A
IOCT = 0.85

*Probabilità di operatività
media dovuta a
interferenza da frane per i
239 archi*

*Probabilità di operatività media dei
nodi del sistema a rete*



Operatività del contesto territoriale di Cariatì

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

Angelo Gigliotti CNR IGAG

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

Il **Piano di Protezione Civile Comunale** è lo strumento che definisce:

- gli scenari di rischio attesi,
- gli attori coinvolti,
- le procedure di intervento,
- le risorse necessarie e disponibili.

Metodologia per l'analisi e la valutazione del Piano di Protezione Civile

Analisi dei contenuti:

- Definire un protocollo standard di misure
- Definire istruzioni chiare di compilazione
- Effettuare analisi di affidabilità
- Definire degli obiettivi di valutazione
- Definire delle regole di assegnazione dei punteggi
- Definire delle regole per l'aggregazione dei punteggi
- Sperimentazione



**1. FASE DI
ANALISI**



**2. FASE DI
VALUTAZIONE**

Krippendorff, 2004.
«Content Analysis: An
Introduction to Its
Methodology (2nd ed.)”
Lyles & Stevens, 2014. “
Plan Quality Evaluation
1994-2012: Growth and
Contributions, Limitations
and New Directions”

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

STRUTTURA

DELLA SCHEDA DI ANALISI DEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

1 – RIFERIMENTI GENERALI

1.a – IDENTIFICATIVI

1.b – FORME ASSOCIATIVE



CARATTERI GENERALI E
AMMINISTRATIVI

2 – APPROVAZIONE E AGGIORNAMENTO DEL PIANO

3 – INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO

4 – INDIVIDUAZIONE DEI RISCHI E DEFINIZIONE DEI RELATIVI SCENARI

5 – MODELLO DI INTERVENTO



CONTENUTI DEL PIANO

5.a – ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CIVILE

5.b – PROCEDURE OPERATIVE DI INTERVENTO

6 – FORMAZIONE ED INFORMAZIONE

7 – SCHEDE TECNICHE E ALLEGATI

web **SchedaAnalisi**

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

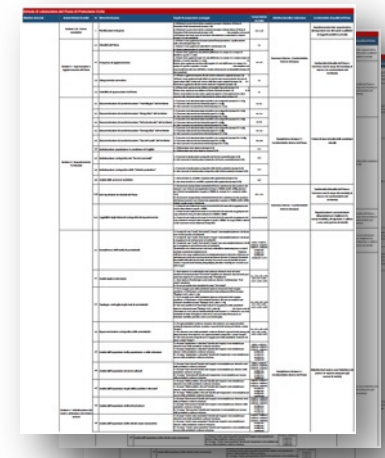
Definizione di obiettivi di valutazione

| Obiettivi generali | Obiettivi specifici | Numero Elementi |
|--|--|-----------------|
| Completezza del Piano rispondenza del piano ad uno standard (nel nostro caso la scheda di analisi del Piano compilata in tutte le sezioni) | Completezza della Sezione 3 | 9 |
| | Completezza della Sezione 4 | 13 |
| | Completezza della Sezione 5 | 38 |
| | Completezza della Sezione 6 | 11 |
| | Completezza della Sezione 7 | 7 |
| Coerenza esterna coerenza tra le informazioni contenute nel piano e le fonti esterne | Conformità | 9 |
| | Coordinamento inter-organizzativo | 5 |
| | Comunicazione | 5 |
| Coerenza interna coerenza tra le informazioni contenute nelle sezioni della scheda | Coerenza interna | 5 |

Scheda di
Analisi
395 campi



Scheda di
valutazione
102 Elementi



Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

Definizione di regole per l'assegnazione del punteggio

La presenza degli elementi di valutazione viene verificata attraverso delle regole, con le quali si assegna un punteggio da 0 a 2

- 2** – L'elemento è completamente presente nel Piano;
- 1** – L'elemento è parzialmente presente nel Piano;
- 0** – L'elemento è assente.

Esempio: **Presenza della documentazione di caratterizzazione "Morfologica" del territorio**

- 2 - È presente sia la documentazione descrittiva che cartografica;
- 1 - È presente solo uno dei due formati;
- 0 - Non è presente in nessuno dei due formati.

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

Aggregazione per Obiettivo Specifico

Il punteggio assegnato da ogni elemento viene successivamente aggregato per il calcolo di indici di obiettivo specifico attraverso la formula:

$$PC_j = \frac{1}{2m_j} \sum_{i=1}^{m_j} I_i$$

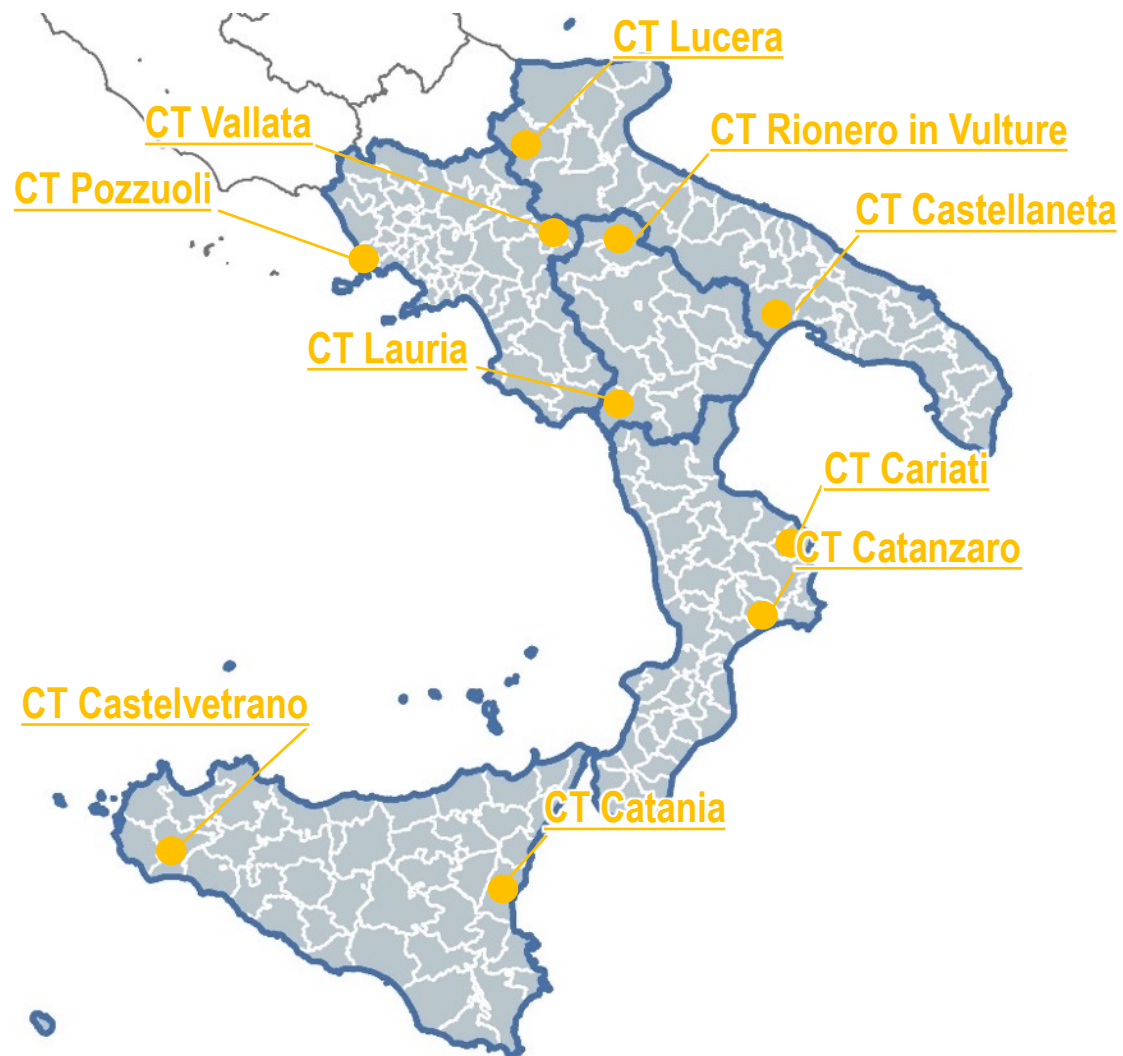
PC_j – indice assegnato al singolo obiettivo specifico Jth del piano;
M_j - numero totale di elementi che costituiscono l'obiettivo specifico Jth,
I_j - singolo elemento ith (con valore da 0 a 2).

Aggregazione per Obiettivo Generale

I valori ottenuti per gli Obiettivi Specifici vengono aggregati per Obiettivi Generali per il calcolo degli indici di Completezza, Coerenza Interna e Coerenza Esterna del Comune e del Contesto Territoriale attraverso delle medie semplici.

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

SPERIMENTAZIONE SU CONTESTI TERRITORIALI



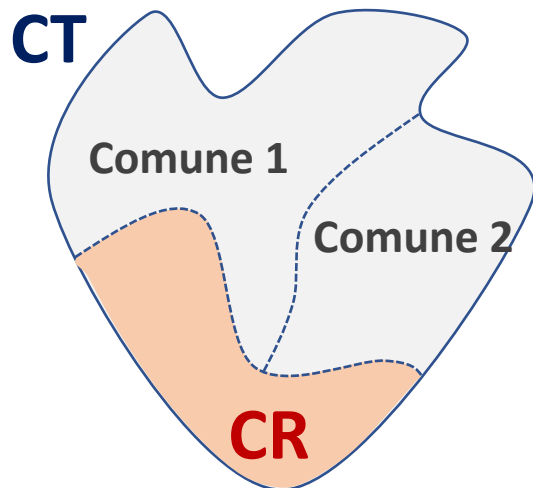
2 Contesti Territoriali per Regione

| | 1° Fase | 2° Fase |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Basilicata | CT Lauria (13 Comuni) | CT Rionero in Vulture (9 Comuni) |
| Calabria | CT Cariati (8 Comuni) | CT Catanzaro (9 Comuni) |
| Campania | CT Pozzuoli (5 Comuni) | CT Vallata (9 Comuni) |
| Puglia | CT Castellaneta (6 Comuni) | CT Lucera (17 Comuni) |
| Sicilia | CT Catania (8 Comuni) | CT Castelvetro (9 Comuni) |

≈ 90 Piani di Protezione Civile

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

SPERIMENTAZIONE SU CONTESTI TERRITORIALI - Definizioni



Contesto Territoriale (CT):

Entità geografica costituita da un insieme di comuni in cui si possono svolgere le attività di pianificazione e gestione dell'emergenza in senso unitario.

Comune di Riferimento (CR):

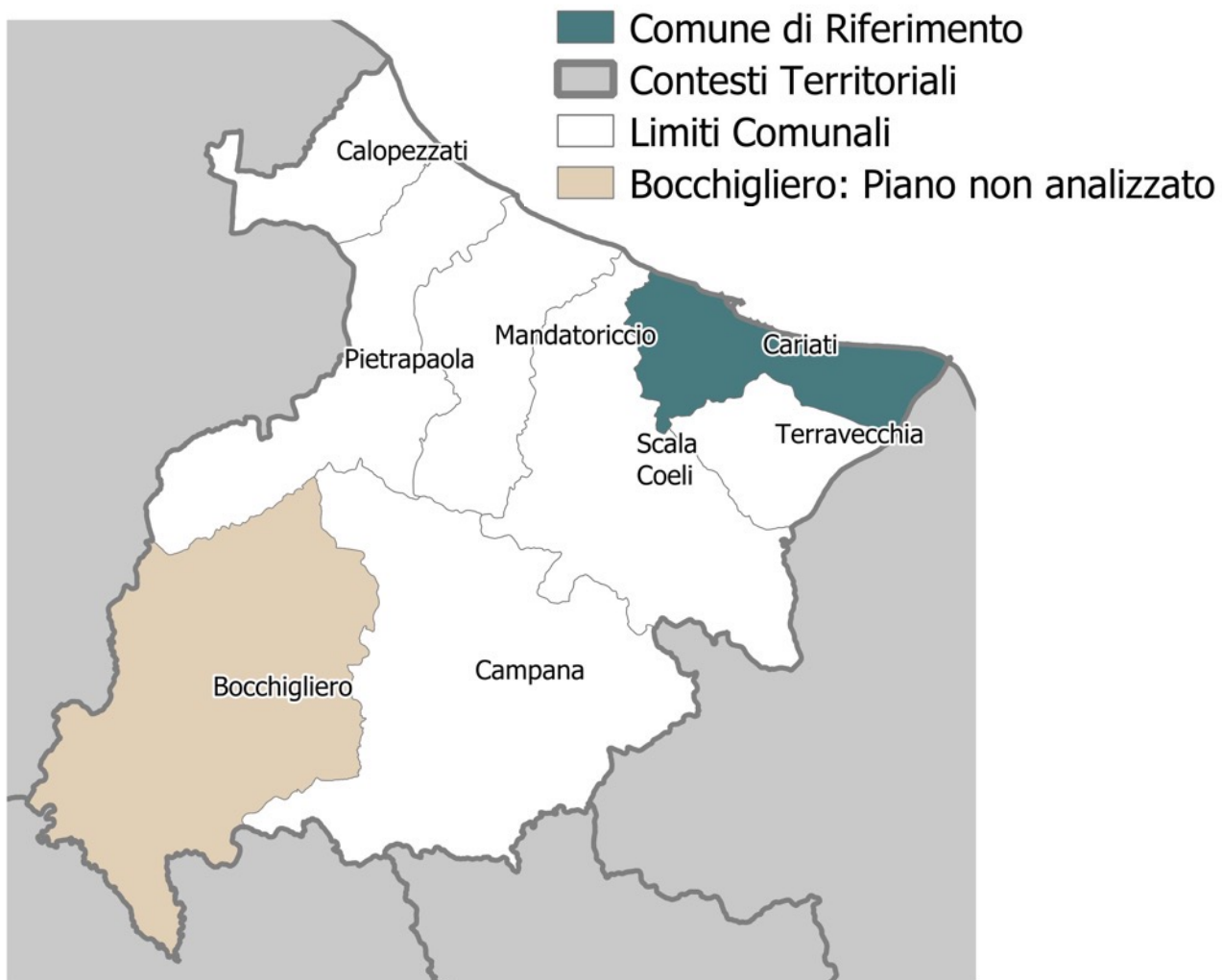
Comune identificato come realtà urbana rilevante all'interno del CT per caratteristiche demografiche e socio-economiche, che può assumere carattere prioritario nella gestione dell'emergenza.

Legenda tabelle:

| CT | | CR | |
|---|-----------|--|----|
| Indica la percentuale dei Piani del CT in cui l'elemento specifico è presente | 75 – 100% | Indica se l'elemento specifico è presente nel Piano del CR | Si |
| | 50 – 75 % | | |
| | 25 – 50 % | | |
| | 0 – 25 % | | No |

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI



Sistema per l'analisi dei Piani di Protezione Civile

Sezione 1 | Sezione 2 | Sezione 3 | Sezione 4 | Sezione 5 | Sezione 6 | Sezione 7

RIFERIMENTI GENERALI

1a IDENTIFICATIVI

1.1 Id scheda: 99

1.2 Data di compilazione*: 2021-03-24

1.3 Regione: PUGLIA

1.4 Codice Regione: 15

1.5 Provincia: Taranto

1.6 Codice Provincia: 75

1.7 Piano comunale: ☒

1.8 Codice ISTAT: 73003

1.9 Comune: Castellana

1.10 Località abitate (ISTAT, 2011): 17

1.11 Abitanti: 17170

1.12 Superficie (kmq): 240

1.13 CT: 73003 - CASTELLANA

1.14 ATO:

1.15 Piano intercomunale: ☐

1.16 Codice ISTAT Comune Sede:

1.17 Comune Sede:

1.18 Associazione:

1.19 Numero Comuni:

1b FORME ASSOCIATIVE

1.20 Ha rilevanza intercomunale: ☒

1.21 Sede CCS:

1.22 Sede COM / ATO*: 2 - Sede COM

1.23 Comune di Riferimento del Contesto Territoriale: ☒

1.24 Forma istituzionale di associazione tra Comuni:

1.25 La sede è nel Comune oggetto del presente Piano:

1.26 Ha Piano di Protezione Civile intercomunale:

Note:
La Comunità Montana della Murgia Tarantina è un Ente soppresso in liquidazione - art. 6 L.R. n. 35/2008 e ss.mm.

* Campo obbligatorio



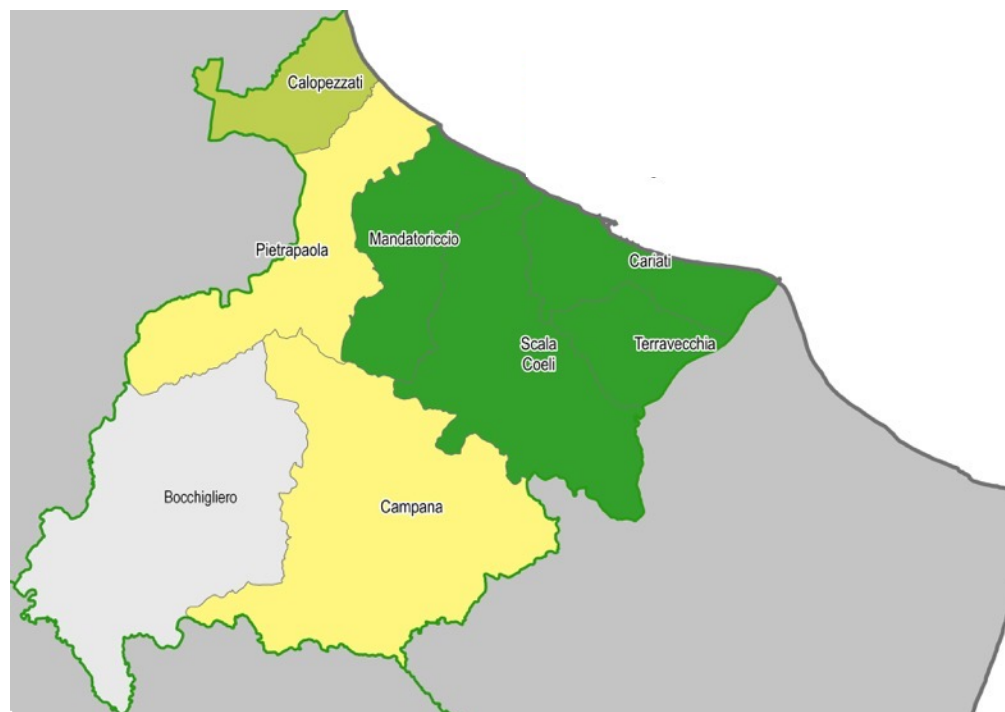
8 Comuni – 7 Piani analizzati
Popolazione media: ≈ 2300 ab.
CR Cariatì (≈ 8300 ab.)

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI

ATTUALITÀ



| | CT | CR |
|----------------------------|------|----|
| % di Piani con anno > 2016 | 50 % | Si |
| % di Piani con anno > 2011 | 62 % | Si |

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI

PRESENZA DI ANALISI PER RISCHIO E PER TIPO DI ANALISI

| | Rischio Sismico | Rischio vulcanico | Rischio Tsunami | Rischio idrogeologico | Rischio idraulico | Rischio meteo | Rischio crisi idrica | Rischio incendi | Rischio Incidente rilevante | Rischio dighe |
|---------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|
| N. Piani | 7 | 0 | 0 | 7 | 6 | 3 | 1 | 7 | 0 | 0 |
| Pericolosità | 87 % | 0 % | 0 % | 87 % | 75 % | 37 % | 12 % | 87 % | 0 % | 0 % |
| Esposizione | 62 % | 0 % | 0 % | 62 % | 50 % | 12 % | 0 % | 12 % | 0 % | 0 % |
| Vulnerabilità | 25 % | 0 % | 0 % | 12 % | 12 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |

PRESENZA DI ANALISI NEL CT

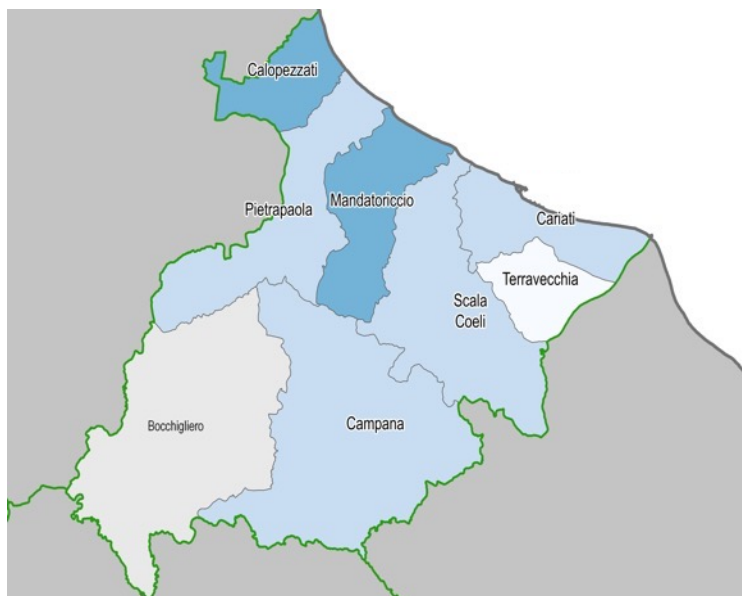
| | CT | CR |
|---------------|------|----|
| Sismico | 25 % | Si |
| Idrogeologico | 12 % | No |
| Idraulico | 12 % | No |
| Incendi | 0 % | No |

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

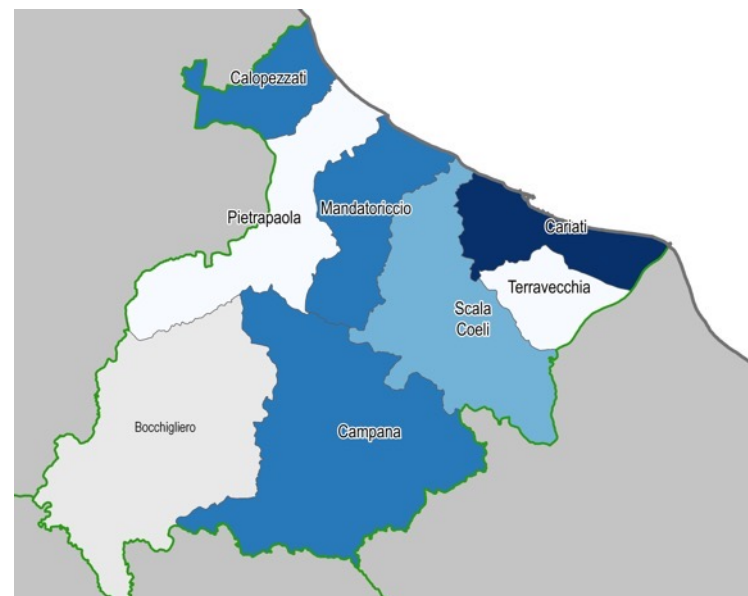
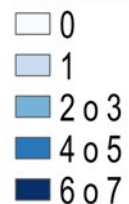
1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI

RISORSE



Associazioni di volontariato



Mezzi



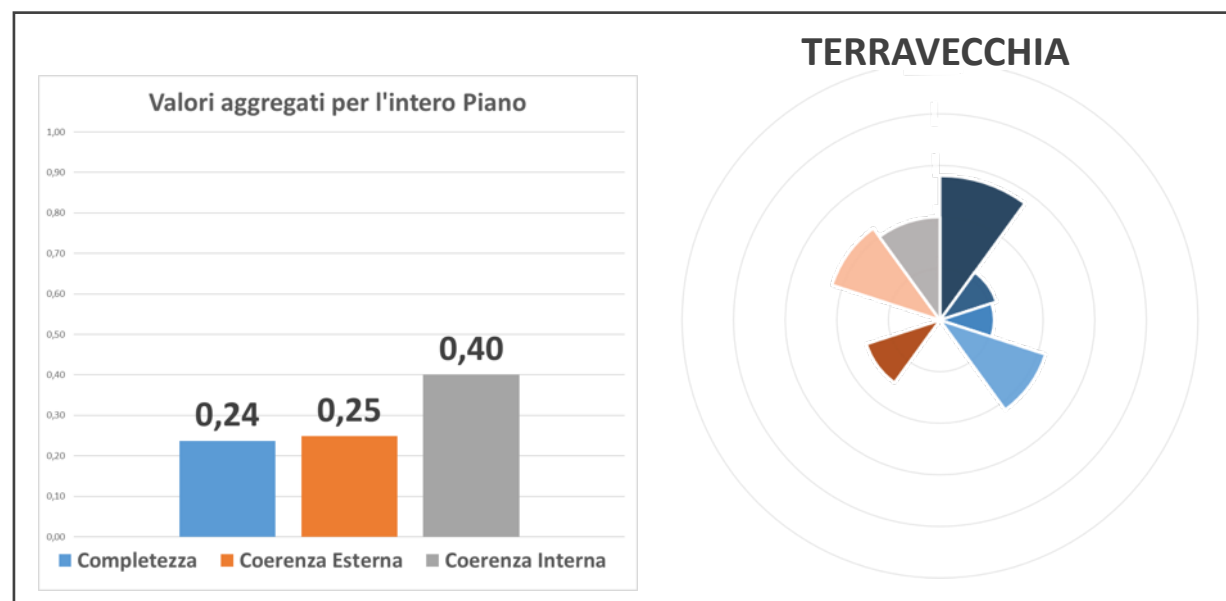
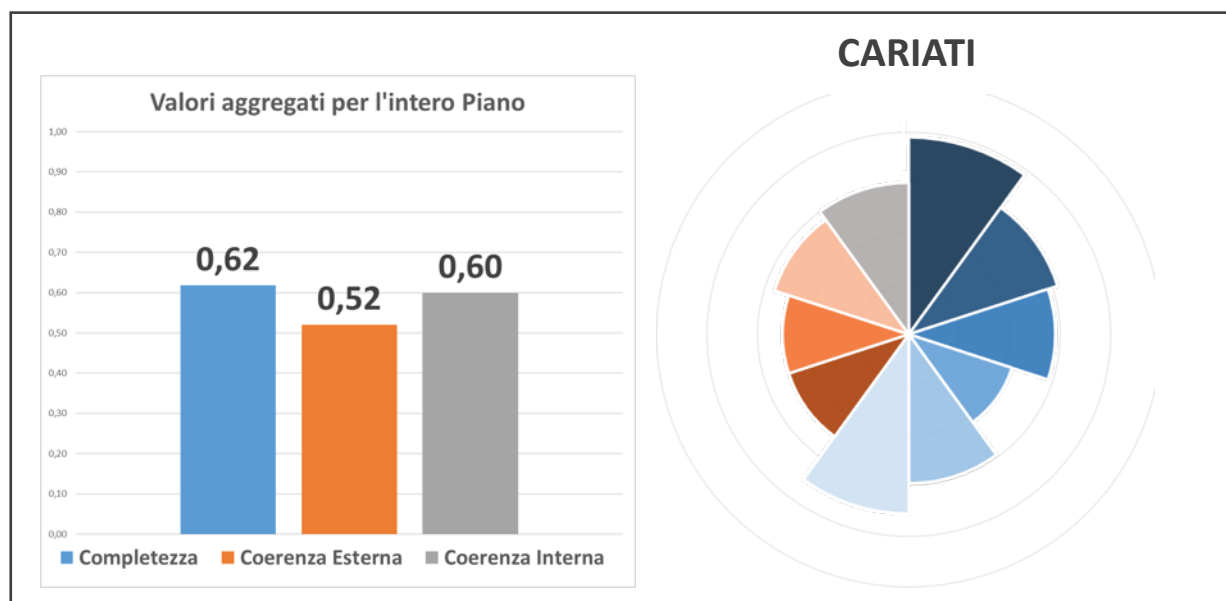
PRESENZA DI RISORSE NEL CT

| | CT | CR |
|------------------------------------|------|----|
| Organizzazioni di volontariato | 75 % | Si |
| Squadra operativa dedicata alla PC | 62 % | No |
| Censimento mezzi | 62 % | Si |
| Censimento materiali | 25 % | No |

Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

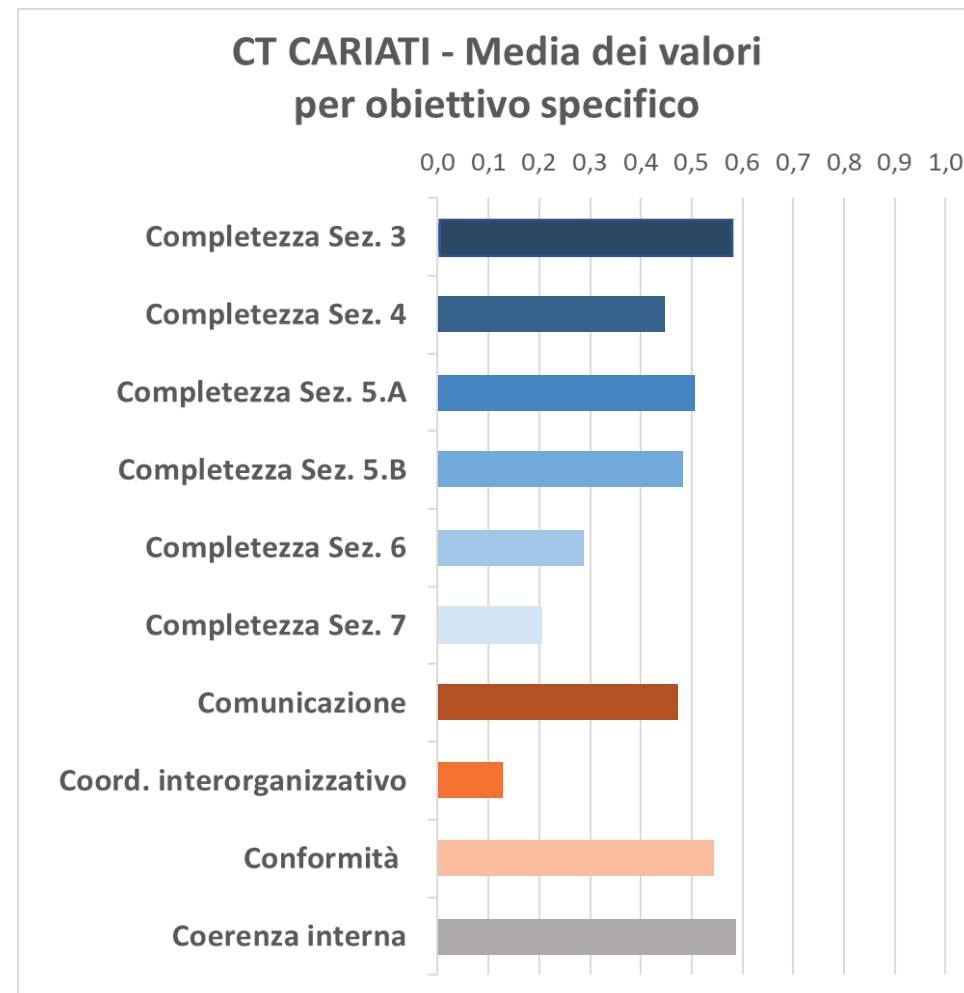
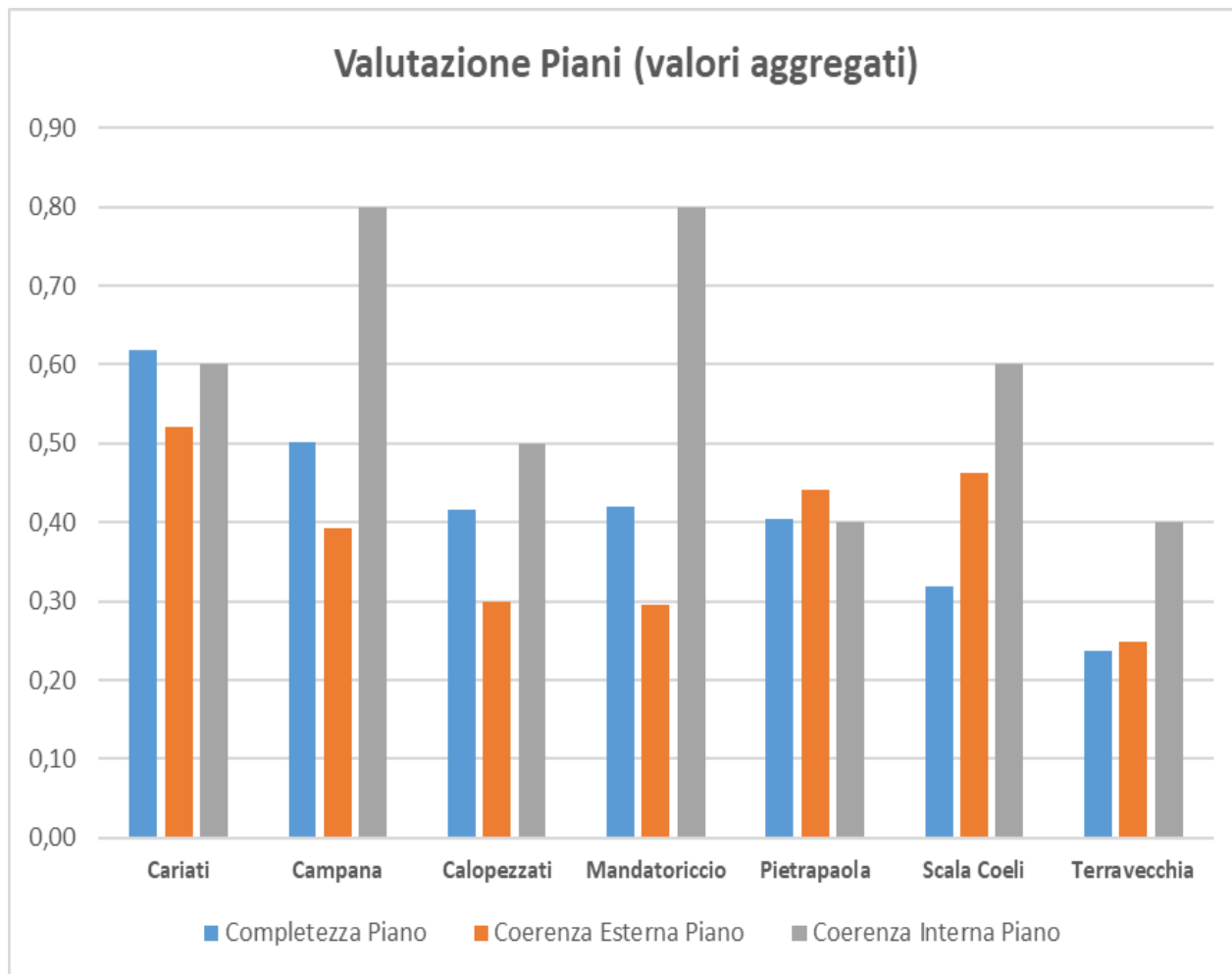
| OBIETTIVI GENERALI | OBIETTIVI SPECIFICI | CARIATI | TERRAVECCHIA |
|--------------------|--|---------|--------------|
| COMPLETEZZA | S3 – Inquadramento del Territorio | 0,78 | 0,56 |
| | S4 - Individuazione Rischi e definizione Scenari | 0,62 | 0,23 |
| | S5.a - Organizzazione Sistema di PC | 0,58 | 0,21 |
| | S5.b - Procedure Operative | 0,43 | 0,43 |
| | S6 - Formazione ed Informazione | 0,59 | 0,00 |
| | S7 - Schede Tecniche e Allegati | 0,71 | 0,00 |
| COERENZA ESTERNA | Comunicazione | 0,50 | 0,30 |
| | Coordinamento inter-organizzativo | 0,50 | 0,00 |
| | Conformità | 0,56 | 0,44 |
| COERENZA INTERNA | Coerenza interna | 0,60 | 0,40 |



Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI

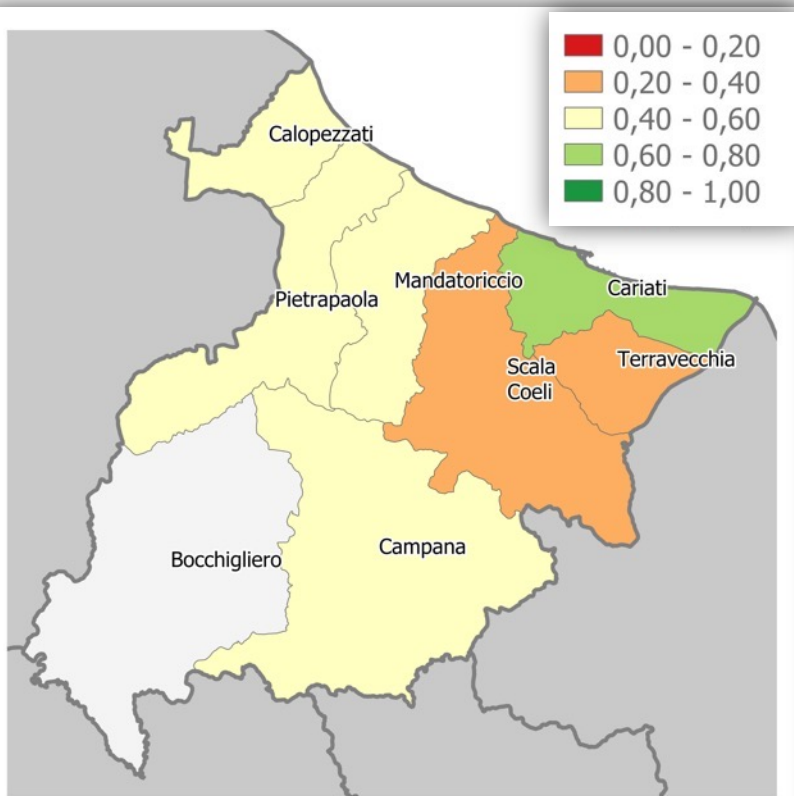


Analisi e valutazione delle componenti non strutturali

1. FASE DI ANALISI
2. FASE DI VALUTAZIONE

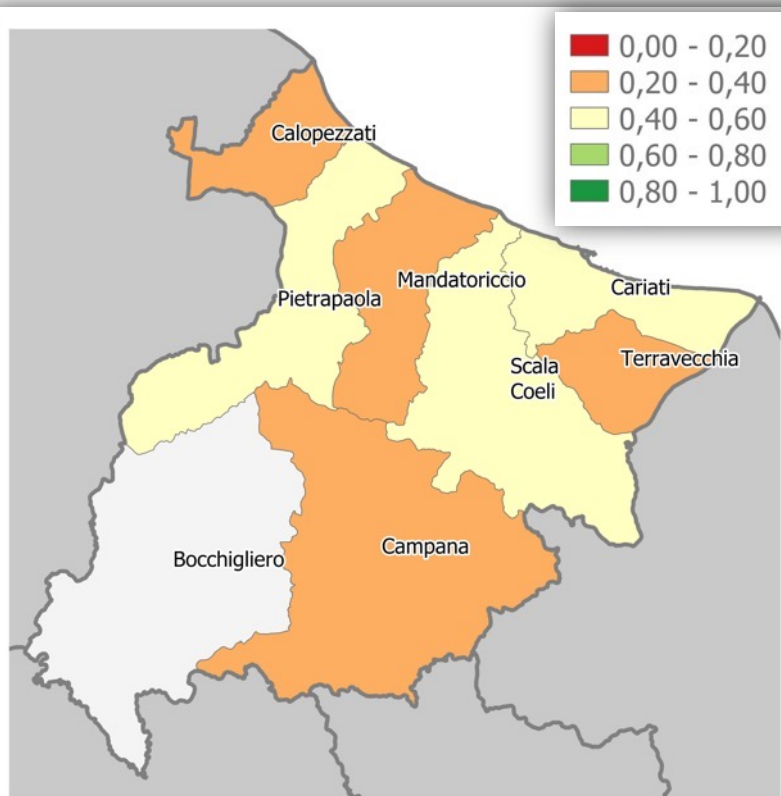
SPERIMENTAZIONE PER I COMUNI DEL CT CARIATI

Completezza



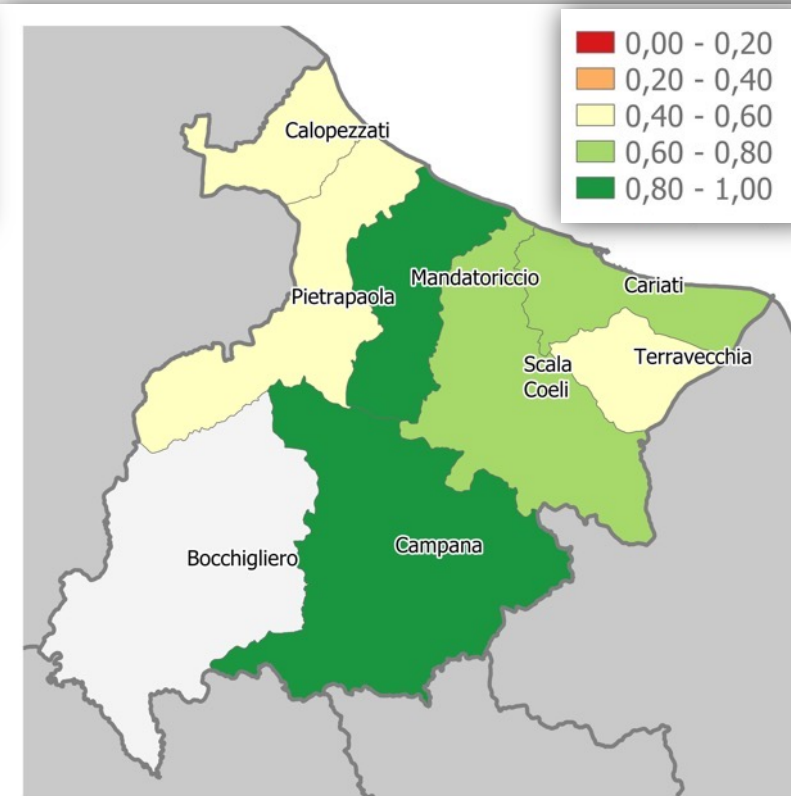
Media: 0,42 Min: 0,24 Max: 0,62

Coerenza Esterna



Media: 0,38 Min: 0,25 Max: 0,52

Coerenza Interna



Media: 0,59 Min: 0,40 Max: 0,80