



Creating something new from something old

The HBIM for the safety and conservation of urban settlements

Margherita Giuffrè
Maria Sole Benigni



INTERNATIONAL WORKSHOP
DIGITAL INTEGRATED STRATEGIES TO SAFEGUARD
HERITAGE CONSTRUCTION TECHNOLOGIES
September 30 - October 5, 2024 | Poggioreale, Trapani



Università
di Catania



Creating something new from something old

The HBIM for the safety and conservation of urban settlements

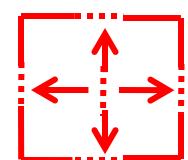
How Hbim tools can be used

- **for urban scale issues?**
- **for mitigation of seismic risk in historical centers?**

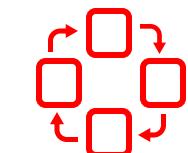
HBIM as appropriate tool for complex and layered issues



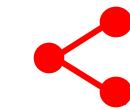
Geographical Information System



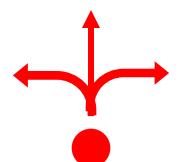
Multiscalarity The integration between different scales of information and representation (from the building to the settlement)



Interdisciplinarity The integration between data deriving from different fields (architecture, restoration, engineering, planning, ...)



Data Sharing The possibility of sharing data between skills and institutional responsibilities

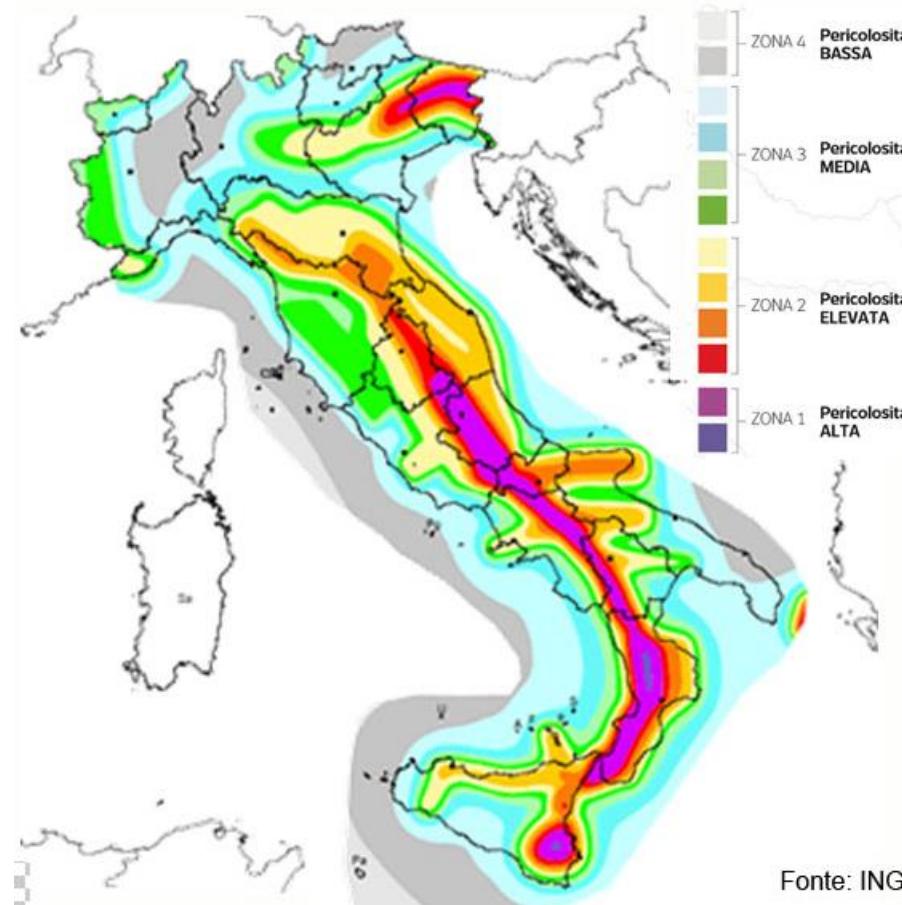


Scenario assessment The simulation of different configurations between possible solutions (interventions, damage scenarios, available resources, ...)

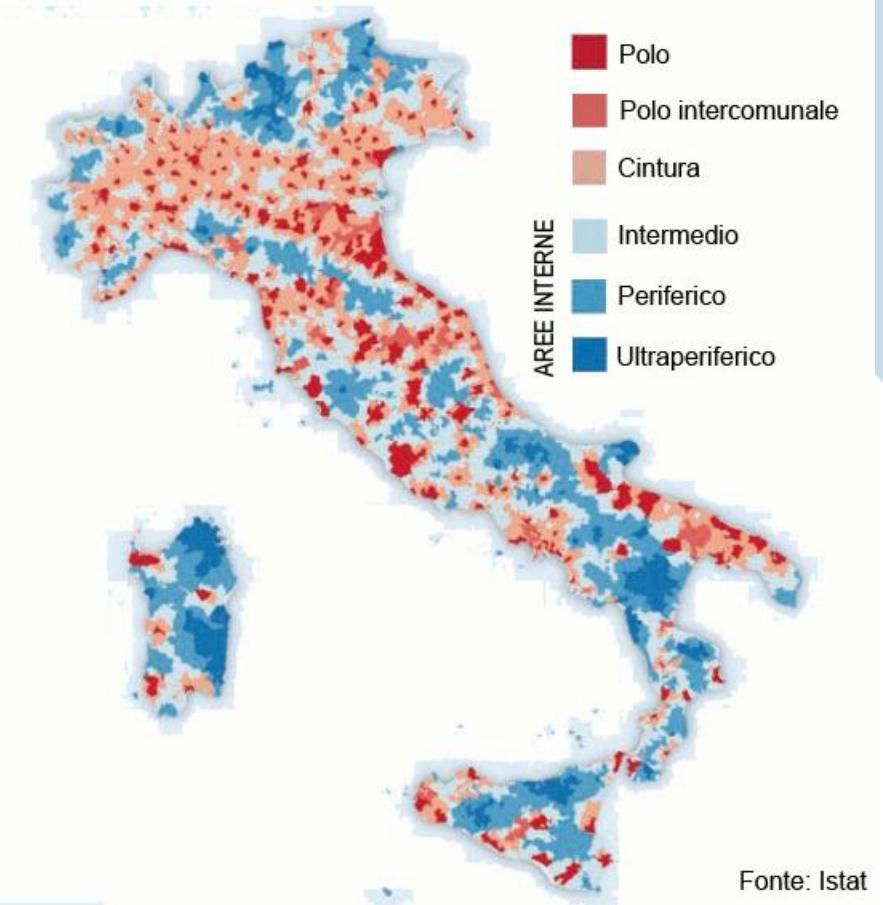
Creating something new from something old

The HBIM for the safety and conservation of urban settlements

Seismic hazard map of the national territory (2004)



Internal Areas map (SNAI, 2021-2027)



Italy is one of the countries with the highest level of seismic risk in Europe



48,7%

Italian municipalities

40%

population

53%

23%

Risk mitigation policies

National development and territorial cohesion policies

- target Interventions for **security**
- strengthening of **functional connections** between territories

>>> **urban planning approach** >>>

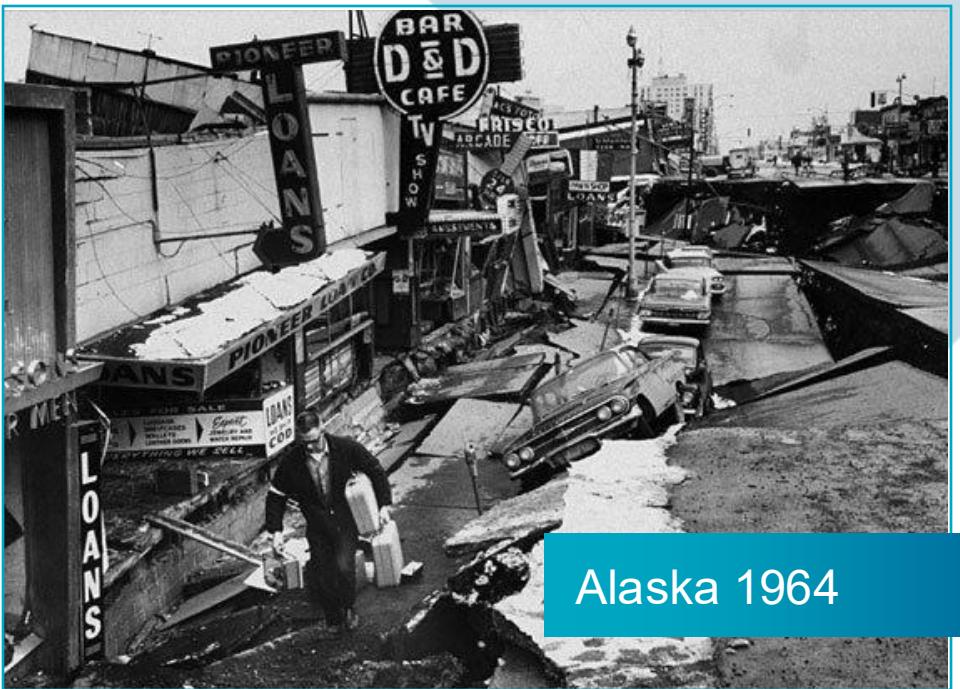
Territories already disadvantaged have increased their condition of isolation and depopulation after the event. Conservation and safety are **more difficult**, and the recovery phase is **even slower**.

Urban planning approach: prevention of seismic risk at the urban scale

urban damage = systemic damage



Messina 1908



Alaska 1964



Abruzzo 2009



Giappone 2011



Emilia-Romagna 2012

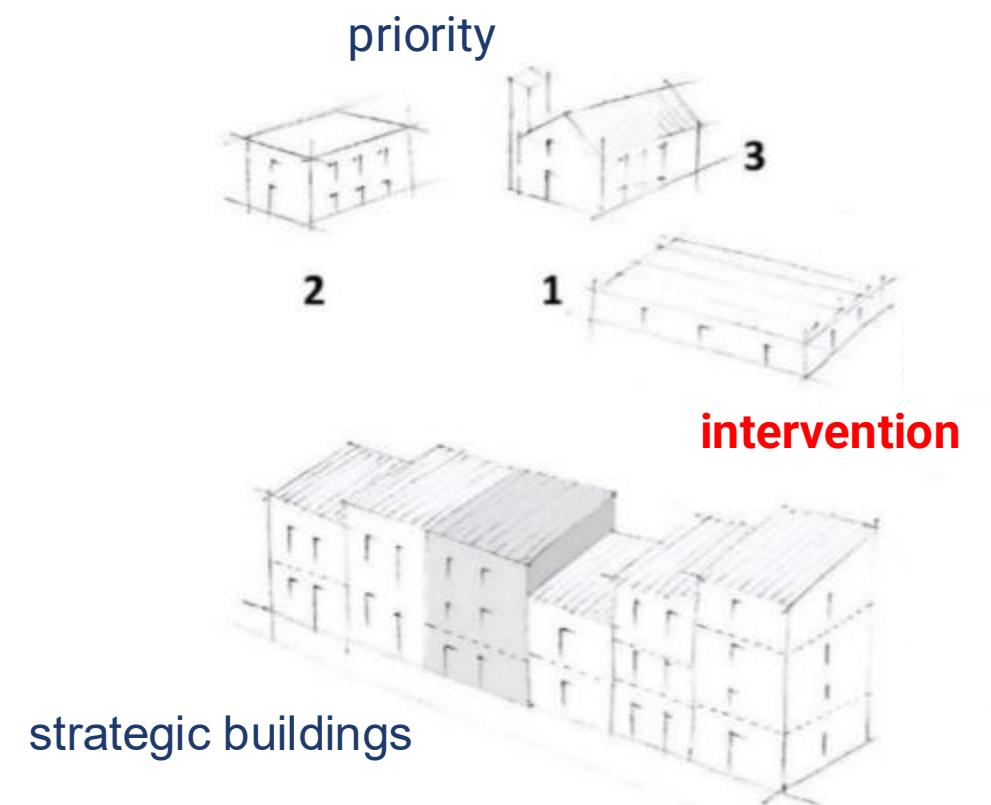
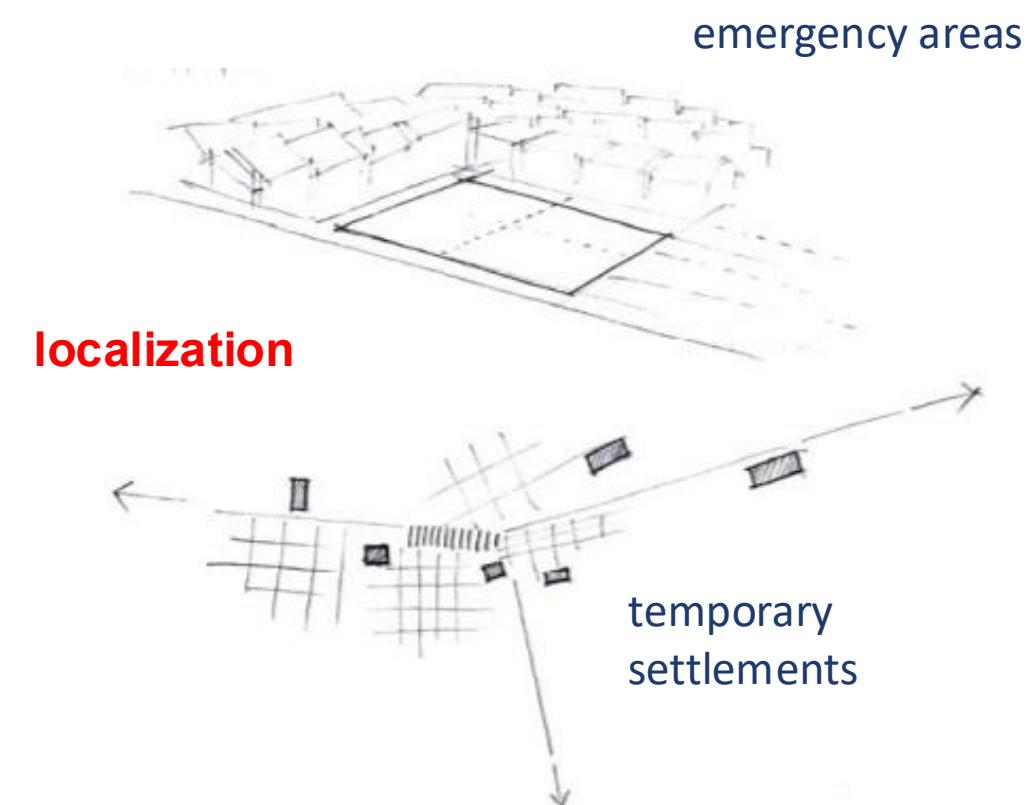
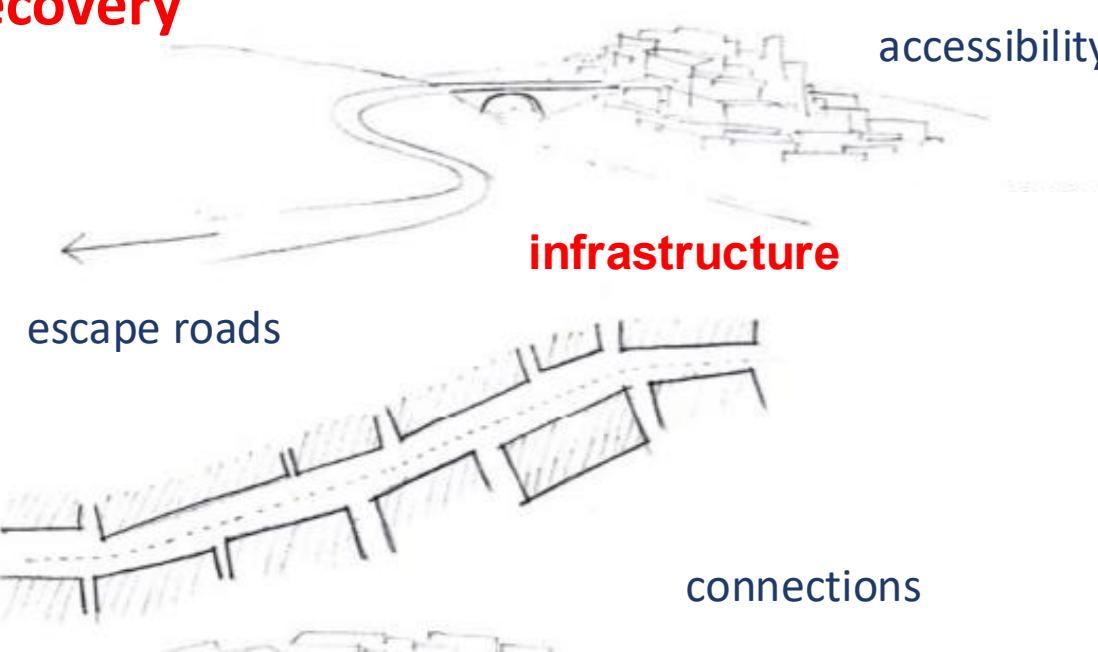


Centro italia 2016

Urban planning approach: prevention of seismic risk at the urban scale

a vision only at the building scale is not enough

possibility of recovery



SS. 4 Salaria



Arquata del Tronto (AP)



Municipio S. Agostino (FE)

Methodologies and applications

The main references for seismic prevention on an urban scale

The prevention approach is not yet acquired in the ordinary risk management in Italy. The Italian approach to risk mitigation is more oriented towards civil emergency management and reconstruction.

Since the 90s some methodologies have been experimented, some more sectoral, others on a more urban scale.

1. Studies on the vulnerability of urban systems



2. The minimal urban structure



3. The Limit Condition for the Emergency of settlements



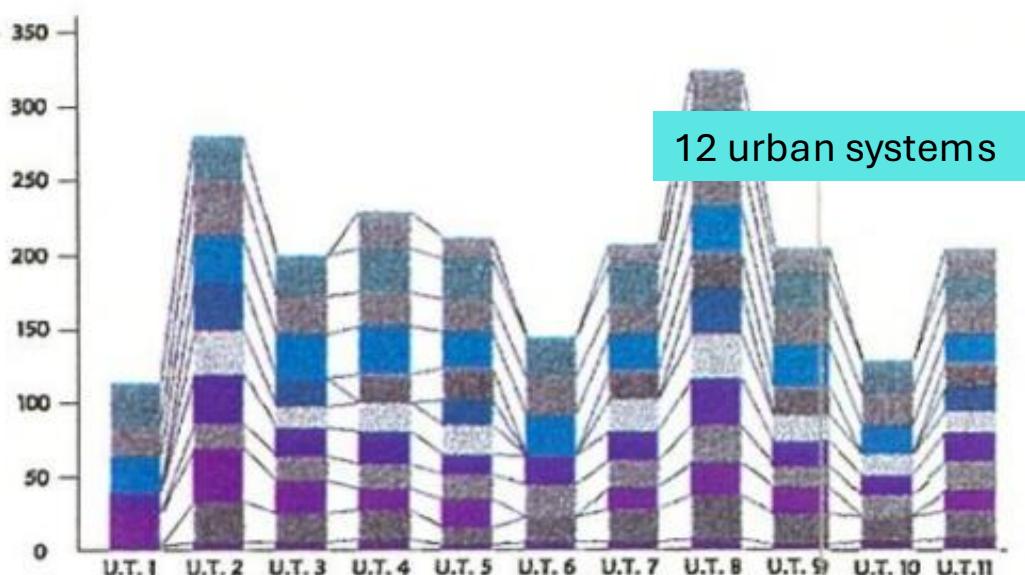
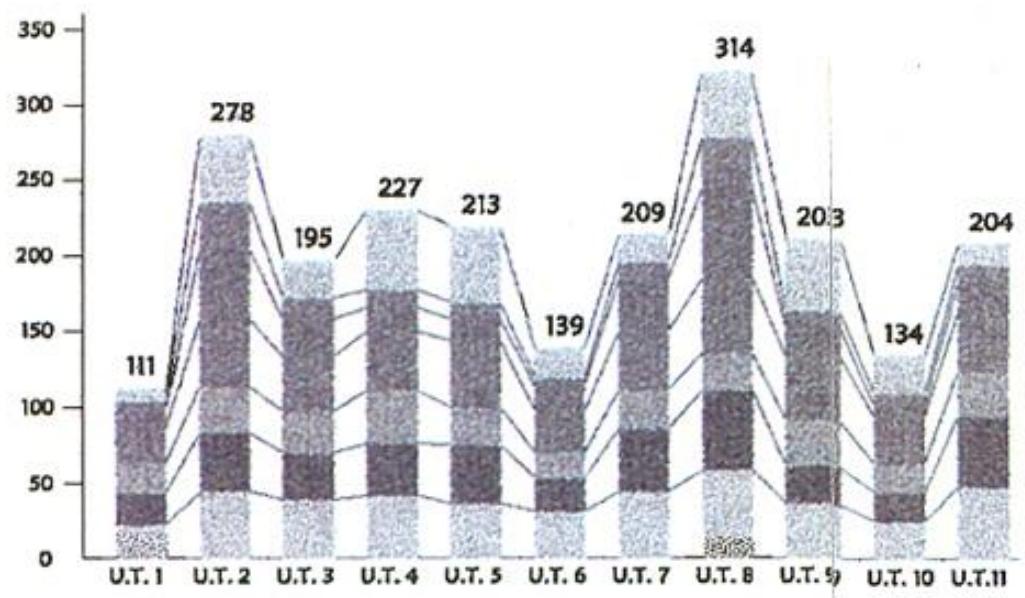
reference	sector /item	scale
seismic microzonation studies (MS I – II – III level)	geology	municipal
seismic vulnerability assessments at the aggregate scale	structural engineering	sub municipal (aggregate / urban fabric)
studies on vulnerability of urban systems	urban planning	municipal / intermunicipal
minimal urban structure (SUM)	urban planning	municipal / intermunicipal
analysis of the Limit Condition for the Emergency of settlements (CLE)	civil protection (with MS studies)	municipal

Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems

Preliminary assessment methodology of the risk factors of urban systems

This is a qualitative analysis for urban settlement systems

Feasibility study for the restoration of the historic centre of Bagno di Romagna, 1999



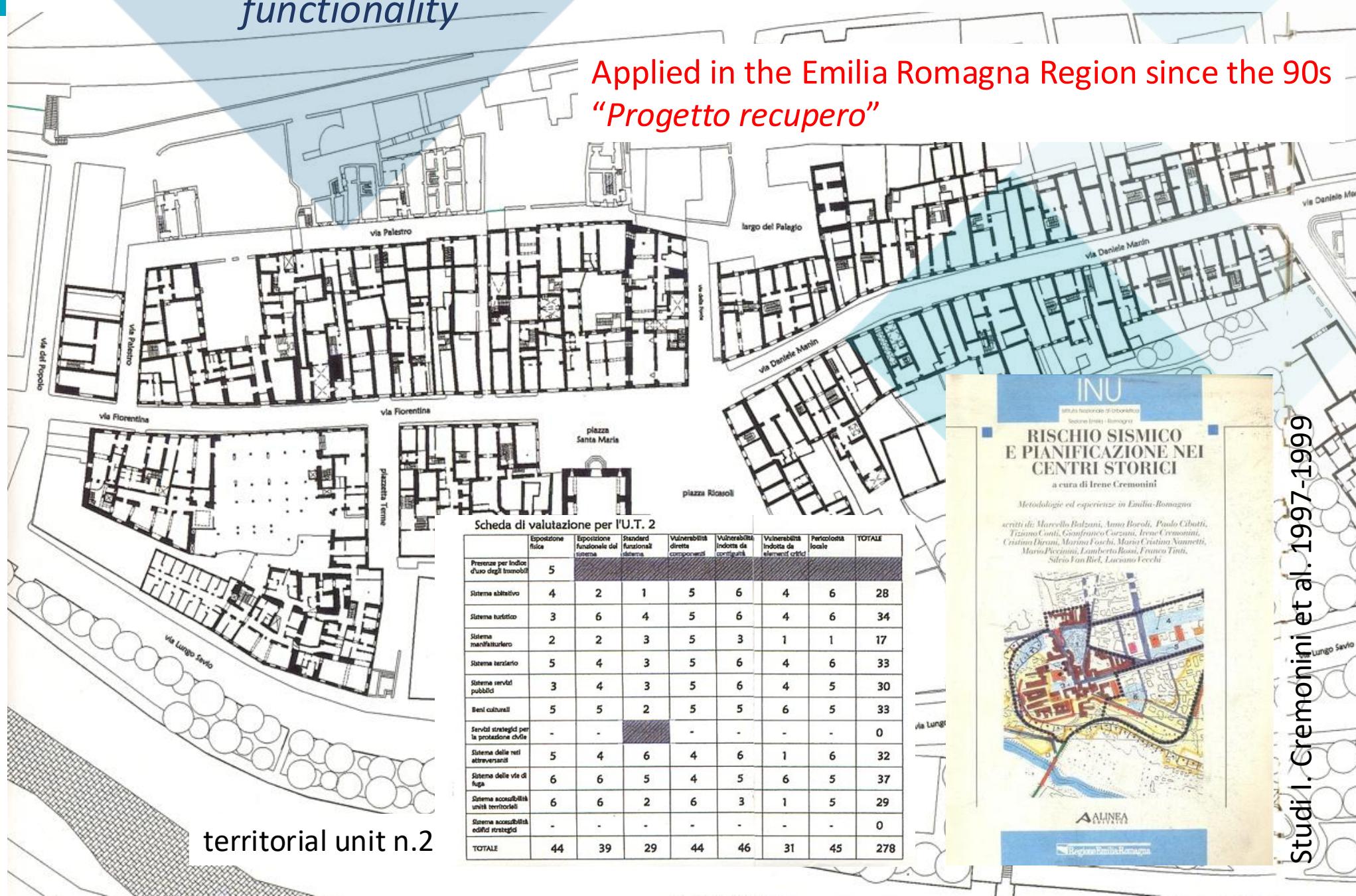
7 indicators

- Pericolosità locale
- Vulnerabilità Indotta da elementi critici
- Vulnerabilità Indotta da contiguità
- Vulnerabilità diretta componenti
- Standard funzionale del sistema
- Esposizione funzionale del sistema
- Esposizione fisica

- Sistema di accessibilità agli edifici strategici
- Sistema di accessibilità all'unità territoriale
- Sistema delle via di fuga
- Sistema delle reti attraversanti
- Servizi strategici per la protezione civile
- Beni culturali
- Sistema servizi pubblici
- Sistema terziario
- Sistema manifatturiero
- Sistema turistico
- Sistema abitativo
- Presenza x Indice d'uso degli Immobili

→ to identify the parts of the urban settlement at greatest risk

→ to define strategic guidelines for planning to reduce "urban vulnerability", *the susceptibility to physical damage and loss of organization and functionality*



Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems



TETTO A UNA FALDA CON ORDITURA SEMPLICE

TRAVI CON SEZIONI MEDIE DI 15 x 20 CM
TRAVICELLI DA 7 CM, POSTI AD INTERASSI DI 30 CM
STRUTTURA DI SOTTOMANTO COSTITUITA DA UN TAVOLATO LIGNEO CON SERVIZIO DI CALPO

To evaluate the vulnerability of the historical center, the methodology used the **seismic vulnerability analysis at the aggregate scale**

TETTO A DUE FALDE CON ORDITURA SEMPLICE

TRAVE DI COLMO SQUADRATA DI 20 x 25 CM
TRAVI CON SEZIONI MEDIE DI 15 x 20 CM A INTERASSI VARIABILI TRA 90 CM E 1 M.
TESTATA DELLE TRAVI APPOGGIATE SULLA CIMASA DELLA MURATURA
TRAVICELLI DA 7 x 8 CM, POSTI AD INTERASSI DI 30 CM

STRUTTURA DI SOTTOMANTO COSTITUITA DA UNO STRATO DI PANNELLE DA 35 x 15 CM, SPESSE 3 CM
MANTO DI COPERTURA IN TEGOLE E COPPI

La maggior parte dei tetti di legno di Formigine sono a due falde, e coprono distanze di lunghezza variabili dai 10 ai 15 metri. Attualmente solo pochi edifici del centro storico hanno coperture che seguono la tecnica costruttiva tradizionale: travi in legno con orditura semplice, soffitamento in legno o piano e copertura in tegole.

CHIUSURA CON ABSI DI LEGNO
STRUTTURA CALPESTANTE COSTITUITA DA TAVOLATO LIGNEO

TRAVICELLI DA 6 x 7 CM A INTERASSI DI 90 CM
TRAVI SQUADRATI 12 x 15 CM
SCALA LINEA

I PALCHI
Gli ambienti di sottotetto che hanno un'illuminazione diretta sono denominati palchi. In alcuni casi nella zona centrale della cella c'è un'altezza che consente di realizzare un soffitto parziale sovrapposto al calpesto, detto "palco morto".

TETTO A PADIGLIONE

TRAVI DI COLMO DI 20 x 25 CM
TRAVI CON SEZIONI MEDIE DI 15 x 20 CM A INTERASSI VARIABILI TRA 90 CM E 1 M.
TESTATE DELLE TRAVI APPOGGIATE SULLE TRAVI DI COLMO

TESTATE DELLE TRAVI APPOGGIATE SULLA CIMASA DELLA MURATURA E SU UNA TRAVE DI COLMO
TRAVICELLI DA 7 PER 8 CM, POSTI AD INTERASSI DI 30 CM

STRUTTURA DI SOTTOMANTO COSTITUITA DA UN TAVOLATO LIGNEO DI SPESORE DI 2 CM
MANTO DI COPERTURA IN TEGOLE E COPPI

Si trovano casi di tetto a padiglione e semipendente nell'edilizia speculare e qualche residenza.

Alcuni dei tetti più antichi del centro storico sono coperti con lastre di ardesia. Secondo la tecnica costruttiva locale le lastre poggiate sul tavolato ligneo vengono sovrapposte e l'attrito provocato dalla sovrapposizione delle loro superfici ne garantisce la stabilità.



Superfici con copertura a una falda



Piatto con copertura a due falde



Accesso a un "palco morto"



Cappella del centro storico coperta ancora con lastre di ardesia.



NEI POCHI CASI DI TETTI A UNA FALDA CON TRAVI PRINCIPALI PERPENDICOLARI ALLA FACCIA, IL PESO DELLA COPERTURA SPINGE SULLA CIMASA DEL MURO, FAVORENDONE IL POSSIBILE RIBALTIMENTO E LO SFILAMENTO DELLE TRAVI DAGLI APPOGGI.



I PALCHI



I TETTI A DUE FALDE HANNO SEMPRE LE TRAVI PRINCIPALI PARALLELE ALLA FACCIA, PERTANTO NON AMPLIFICANO L'EFFETTO DOVUTO ALL'AZIONE ORIZZONTALE.



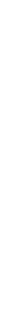
NEI POCHI CASI DI TETTI A UNA FALDA CON TRAVI PRINCIPALI PERPENDICOLARI ALLA FACCIA, IL PESO DELLA COPERTURA SPINGE SULLA CIMASA DEL MURO, FAVORENDONE IL POSSIBILE RIBALTIMENTO E LO SFILAMENTO DELLE TRAVI DAGLI APPOGGI.



Accesso a un "palco morto"



I TETTI A PADIGLIONE COPRONO LE CELLE D'ANGOLI. L'ORDITURA PRINCIPALE È COSTITUITA DA TRAVI INCLINATE SPINGENTI SULLE ANGOLATE CHE COSTITUISCONO LE LINEE DI DISPIUO.



NEI POCHI CASI DI TETTI A UNA FALDA CON TRAVI PRINCIPALI PERPENDICOLARI ALLA FACCIA, IL PESO DELLA COPERTURA SPINGE SULLA CIMASA DEL MURO, FAVORENDONE IL POSSIBILE RIBALTIMENTO E LO SFILAMENTO DELLE TRAVI DAGLI APPOGGI.



Accesso a un "palco morto"



Nell'architrave voltato gli elementi sono disposti di taglio secondo due inclinazioni per seguire l'andamento della struttura del vano, dove i muri di diverse inclinazioni si incontrano sono legati perché concordan.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Arcofeste di mattoni in una nicchia murata



Porta d'ingresso con architrave in legno



Arcofeste di mattoni in una nicchia murata



Porta d'ingresso con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Porta d'ingresso con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



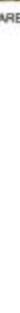
Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



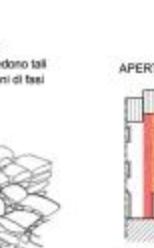
Muri non ammortati su via del Panfilo.



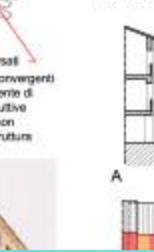
Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



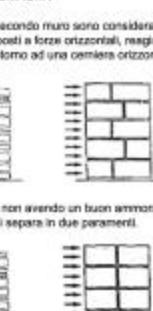
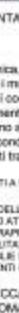
Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



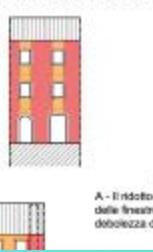
Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno



Muri non ammortati su via del Panfilo.



Terme di S. Agnese, apertura con architrave in legno

"L'azione sismica, agendo sulla struttura muraria, ne evidenzia le connessioni: i muri tendono a distaccarsi e mettersi in moto come meccanismi di corpi rigidi. Le linee preferenziali dei distacchi si leggono facilmente in base alla posizione delle pareti - le pareti esterne tendono a ribaltare verso l'esterno - alla posizione delle aperture che condiziona la "frattura" e alla qualità degli ammortamenti tra pareti ortogonali.

MURETTI DI CIOTOLI
walls

1 Buone ammortature e filari regolari
Ciotoli omogenei
2 Filari regolari da ricorsi di laterizio
Ciotolieterogenei
3 Filari regolari da ricorsi di arenaria
Ciotolieterogenei

Il terzo muro, non avendo un buon ammortamento nello spessore, ribaltandosi si separa in due paramenti.

A - Il ridotto spessore del paramento delle finestre costituisce un punto di debolezza della parete.
B - I dimensioni delle finestre dovute al vincolo di diretto contatto con il trasmettore.
C - Le aperture poste in adiacenza alla parte di apertura realizzano la riduzione della connessione verticale con la parete di facciata.

GIUDIZIO MECCANICO QUALITATIVO DEI MURI DI ROMAGNA

Il primo ed il secondo muro sono considerati di buona qualità perché, anche se in forze orizzontali, resistono come corpi rigidi ribaltandosi intorno ad una cerniera orizzontale.

APERTURE

L'allineamento verticale delle aperture nella facciata permette un corretto trasferimento dei carichi al piante dell'edificio.

A - Le aperture poste in adiacenza alla parte di apertura realizzano la riduzione della connessione verticale con la parete di faccia.

IL CANTONALE

Gli edifici d'angolo degli isolati sono caratterizzati da cantonali in blocchi di pietra quadrati. Spesso si vedono talli blocchi anche lontano dall'incrocio di strade, testimoni di fasi precedenti nella crescita dell'isolato.

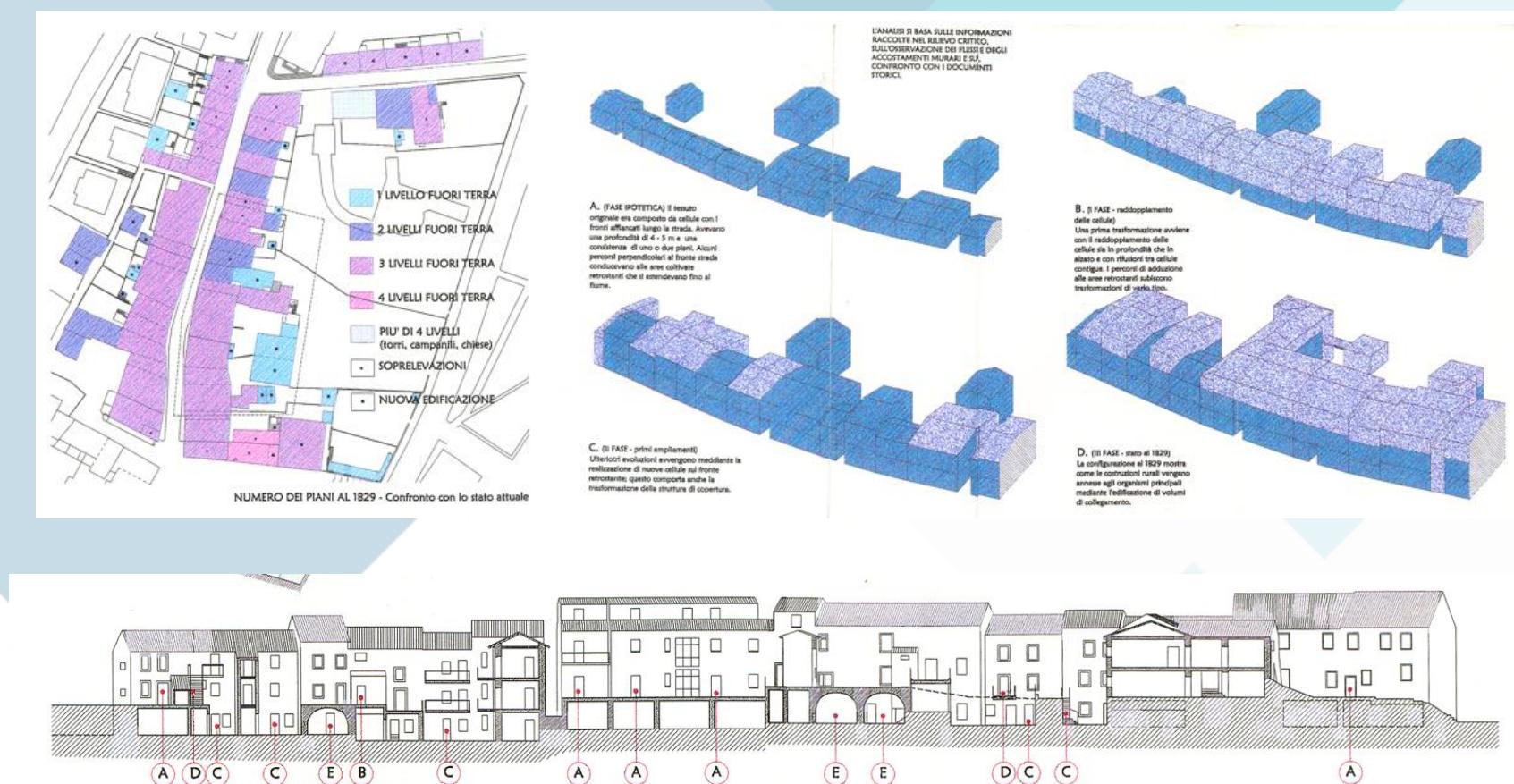
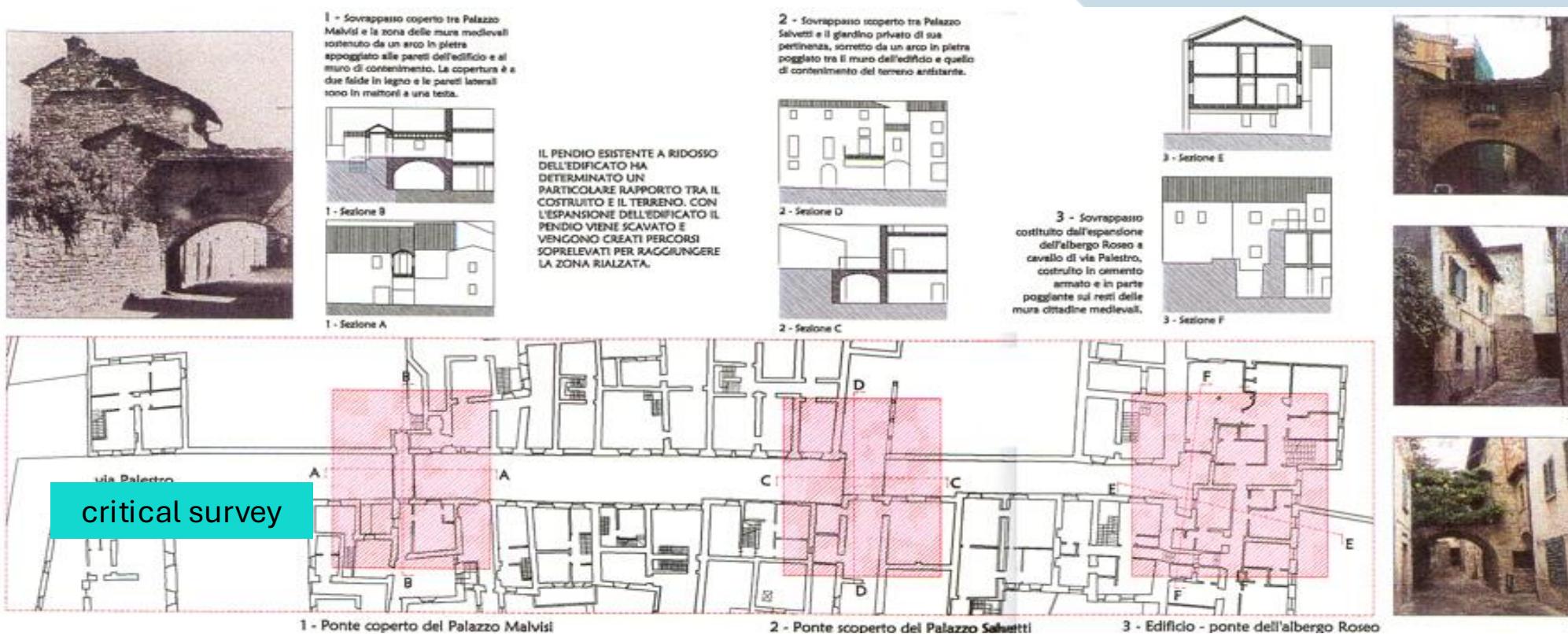
Ciotoli di fiume
Conci di pietra arenaria
Muri non ammortati

Per garantire una buona ammortatura tra piani convergenti è necessario la disposizione di blocchi alternativamente di fascia e di testa; spesso l'edificazione in fasi costruttive differenti ha portato alla realizzazione di muri non connessi che riducono quindi la continuità della struttura muraria.

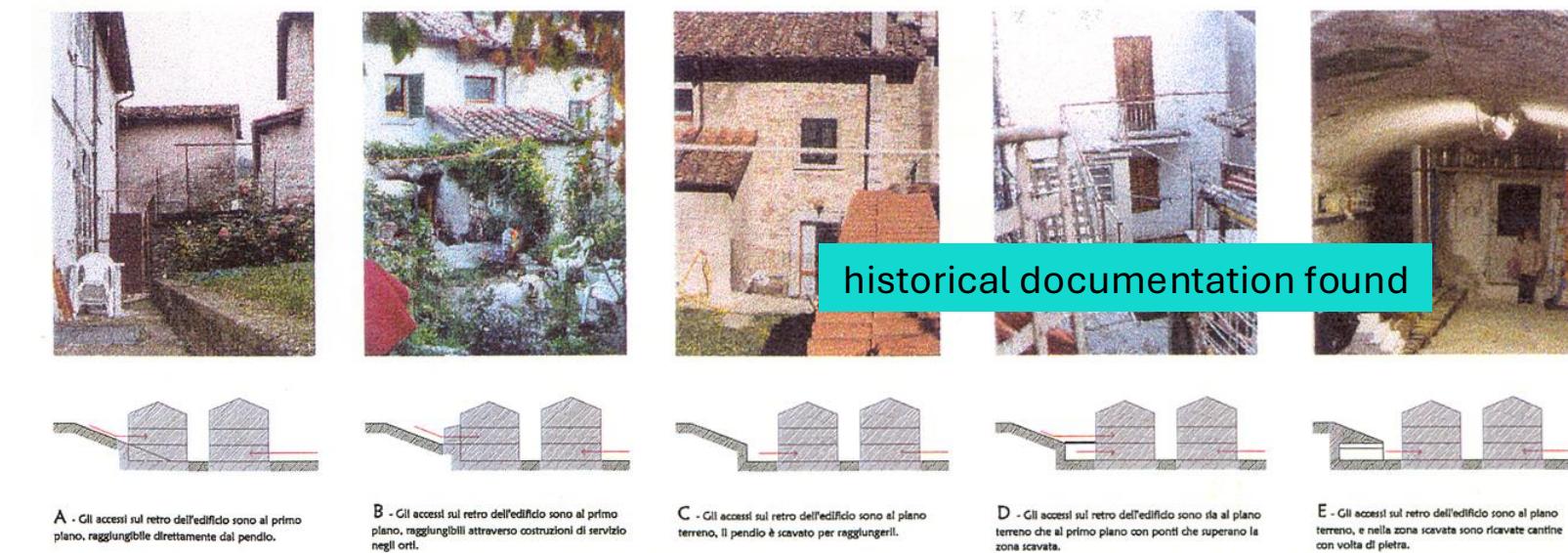
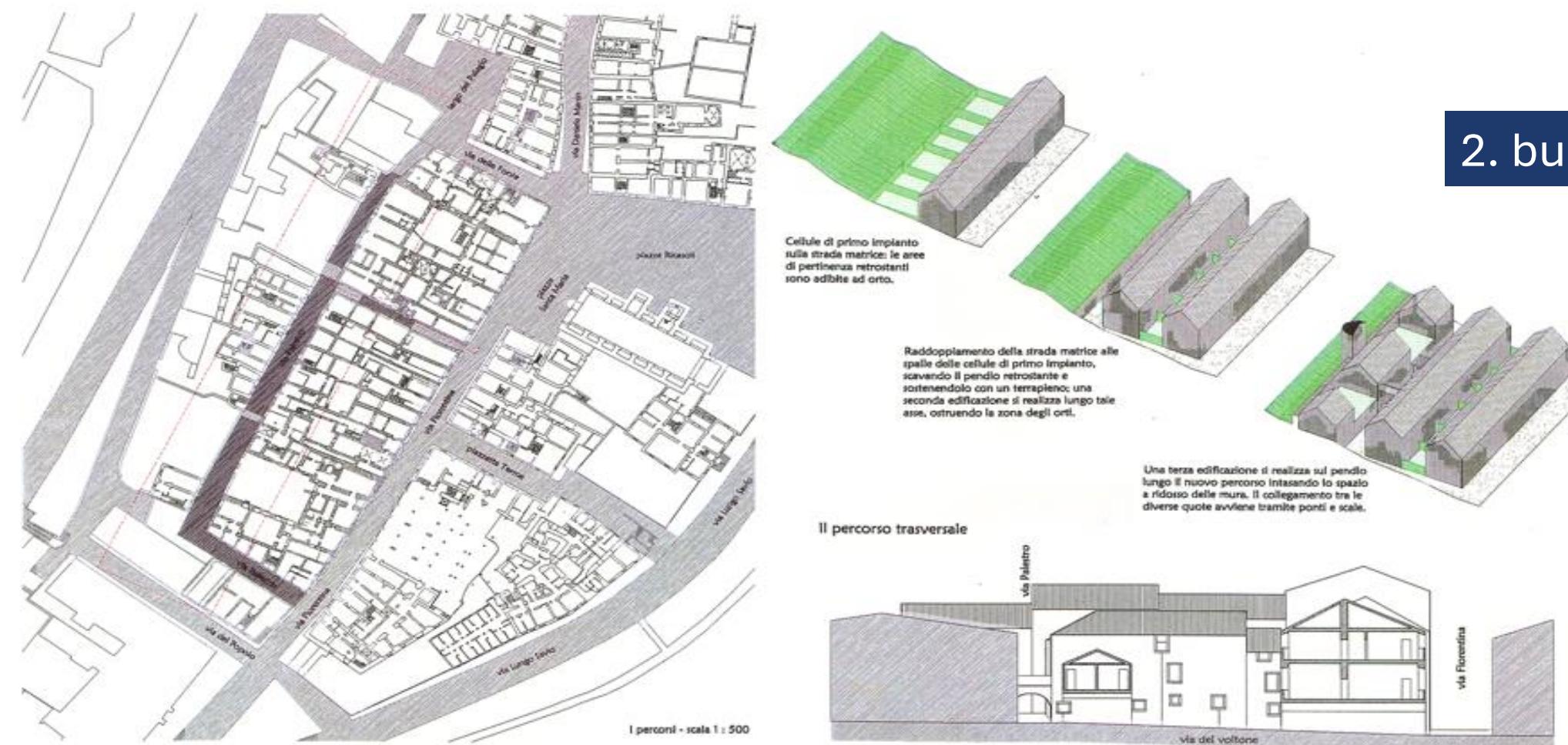
A - Il ridotto spessore del paramento delle finestre costituisce un punto di debolezza della parete.
B - I dimensioni delle finestre dovute al vincolo di diretto contatto con il trasmettore.
C - Le aperture poste in adiacenza alla parte di apertura realizzano la riduzione della connessione verticale con la parete di faccia.



Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems



2. building typologies recurring in the aggregate



Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems

visible disruptions in the buildings

typological analysis

knowledge of seismic history

3. damage mechanisms of the aggregates

Legend:

- Direzione della sollecitazione
- Ribaltamento monolitico verso l'esterno.
- Perdita di monolitismo della parete.
- Influenza dei tiranti metallici.
- Flesso
- Cantonale

knowledge of seismic history

SCENARIO DI DANNO SISMICO PREDIBILE

SCENARI DI DANNO SISMICO INESPERIATO

Mecanismi di danno per una porzione di Palazzo Nigl

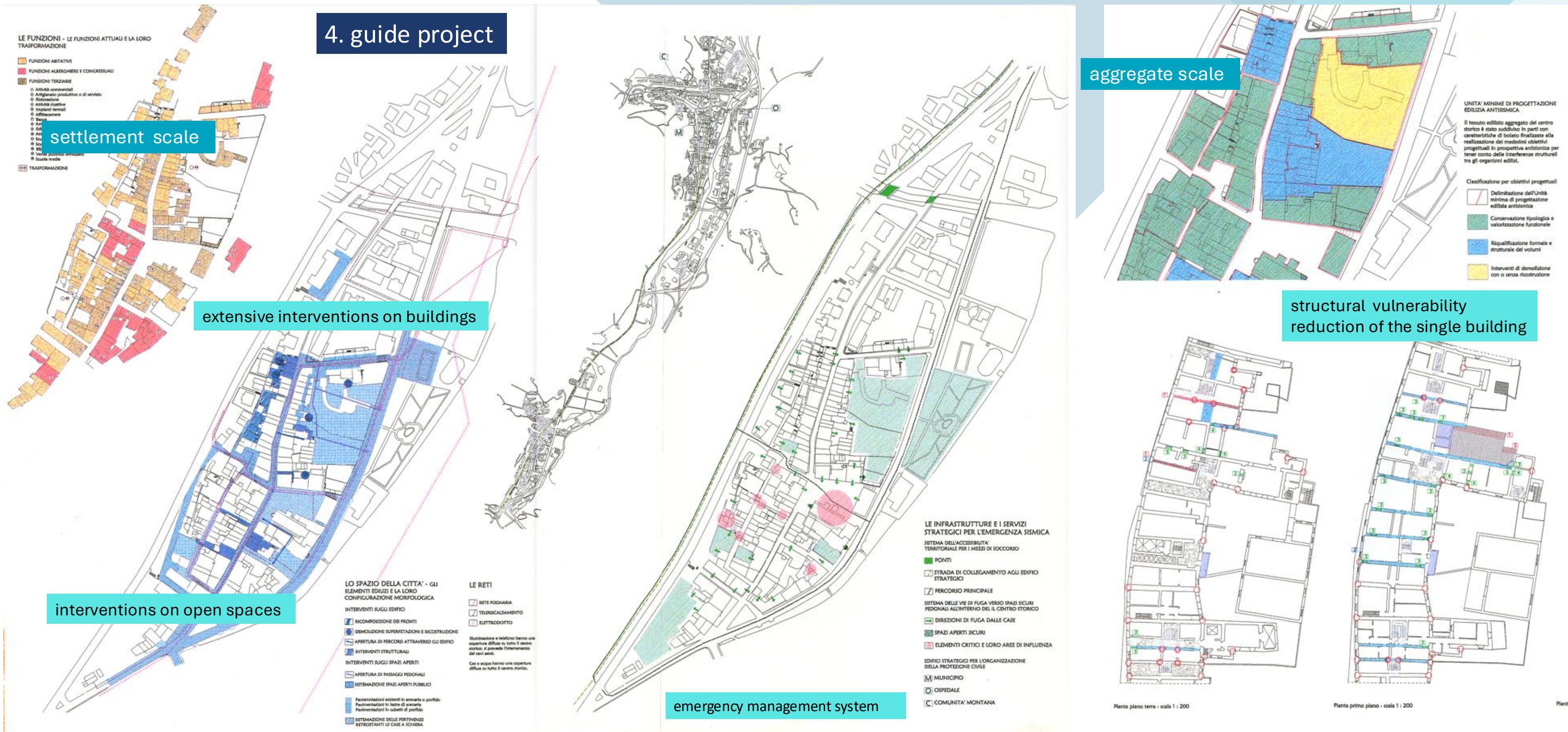
BIBLIOGRAFIA

- GUERRA Antonello, GARCIA Cesar, "Codice di pratica per la risorsa e la conservazione del patrimonio architettonico", Lattes, PARMA 1999
- GUERRA Antonello, CAROCCO Cesare, "Codice di Pratica per la Risorsa e la Conservazione del Bello di Matera", MATERIA 1999
- GUERRA Antonello, "Lettura sulle messeguenze delle macroscopie sismiche", Roma, 1999

Legend:

- Direzione della sollecitazione
- Ribaltamento monolitico verso l'esterno.
- Perdita di monolitismo della parete.
- Influenza dei tiranti metallici.
- Flesso
- Cantonale

Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems



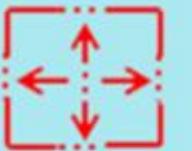
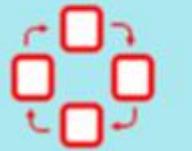
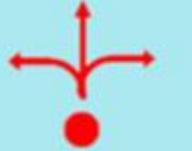
Methodologies and applications: Studies on vulnerability of urban systems



Studies on vulnerability of urban systems

It answers the question: "**which parts of cities or urban systems are damaged more than others?**"

Which areas and systems are more vulnerable than others?

 multiscalarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Systemic<input checked="" type="checkbox"/> Urban scale<input checked="" type="checkbox"/> Subsequent levels of detail
 interdisciplinarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Hazard<input checked="" type="checkbox"/> Vulnerability<input checked="" type="checkbox"/> Exposure <p>even if with different levels of detail</p>
 data sharing	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Traditional process<input checked="" type="checkbox"/> Information technology
 scenario assessment	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Preliminary evaluation without scenario configurations

Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

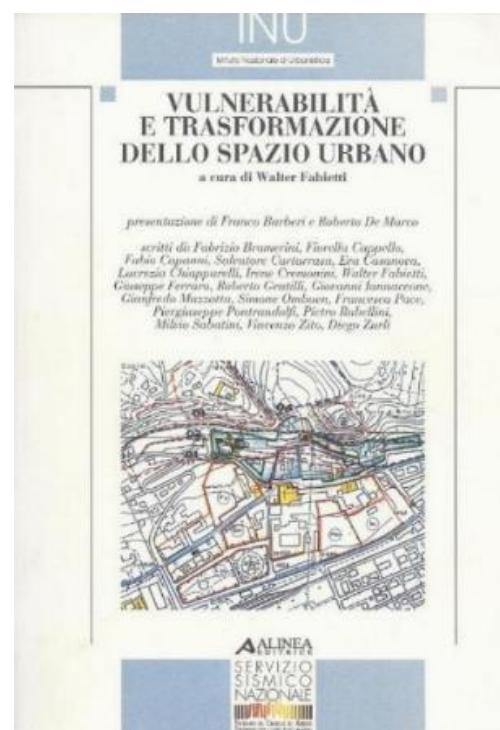
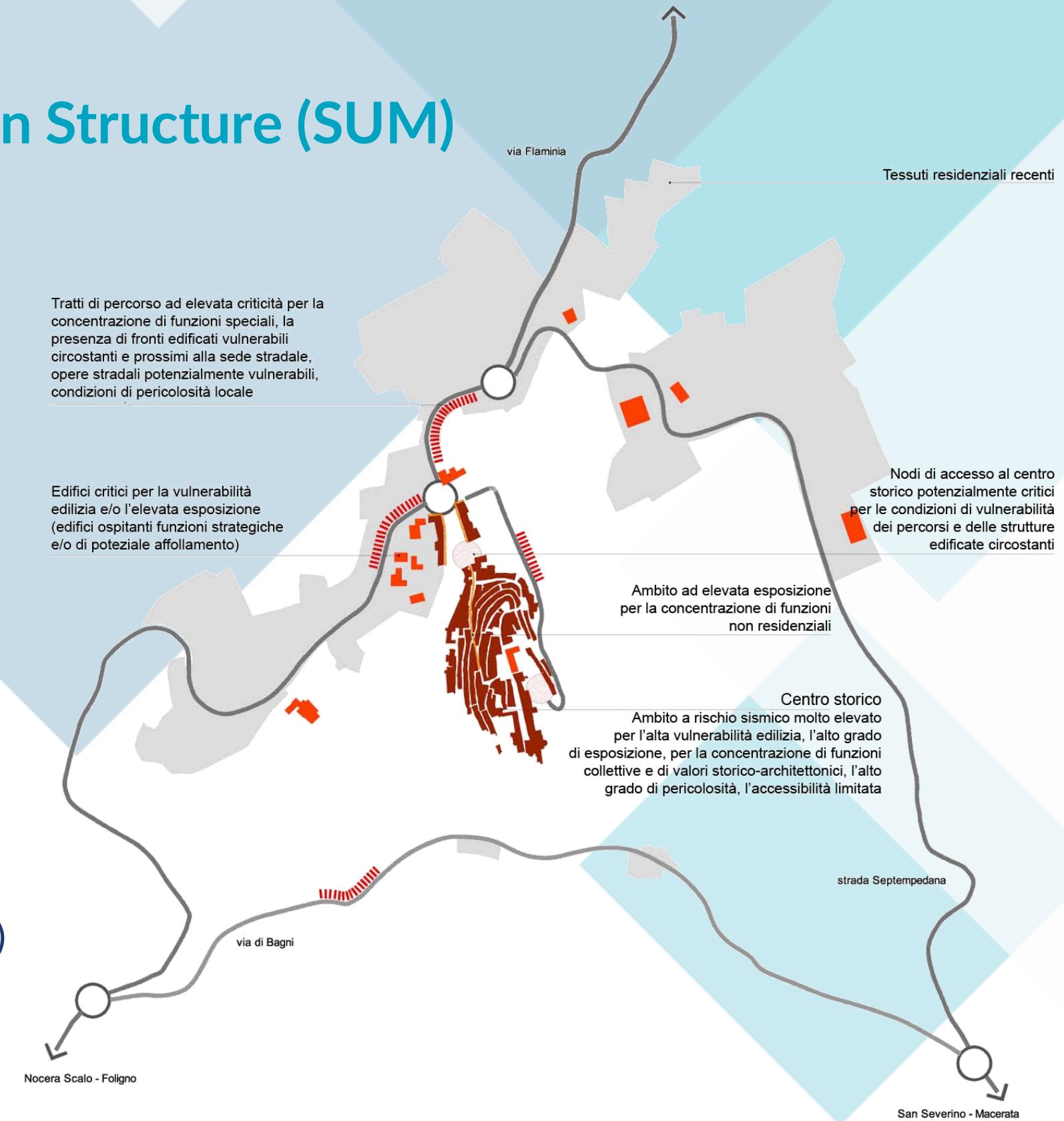
Urban scale analysis, based on the layering of seismic hazard, vulnerability and exposure, evaluated with different methodology

A **selection** of existing elements, the "**supporting structure**" of the urban system → lack of time and resources

Identifies the minimal system of infrastructures, open spaces, urban functions and strategic buildings

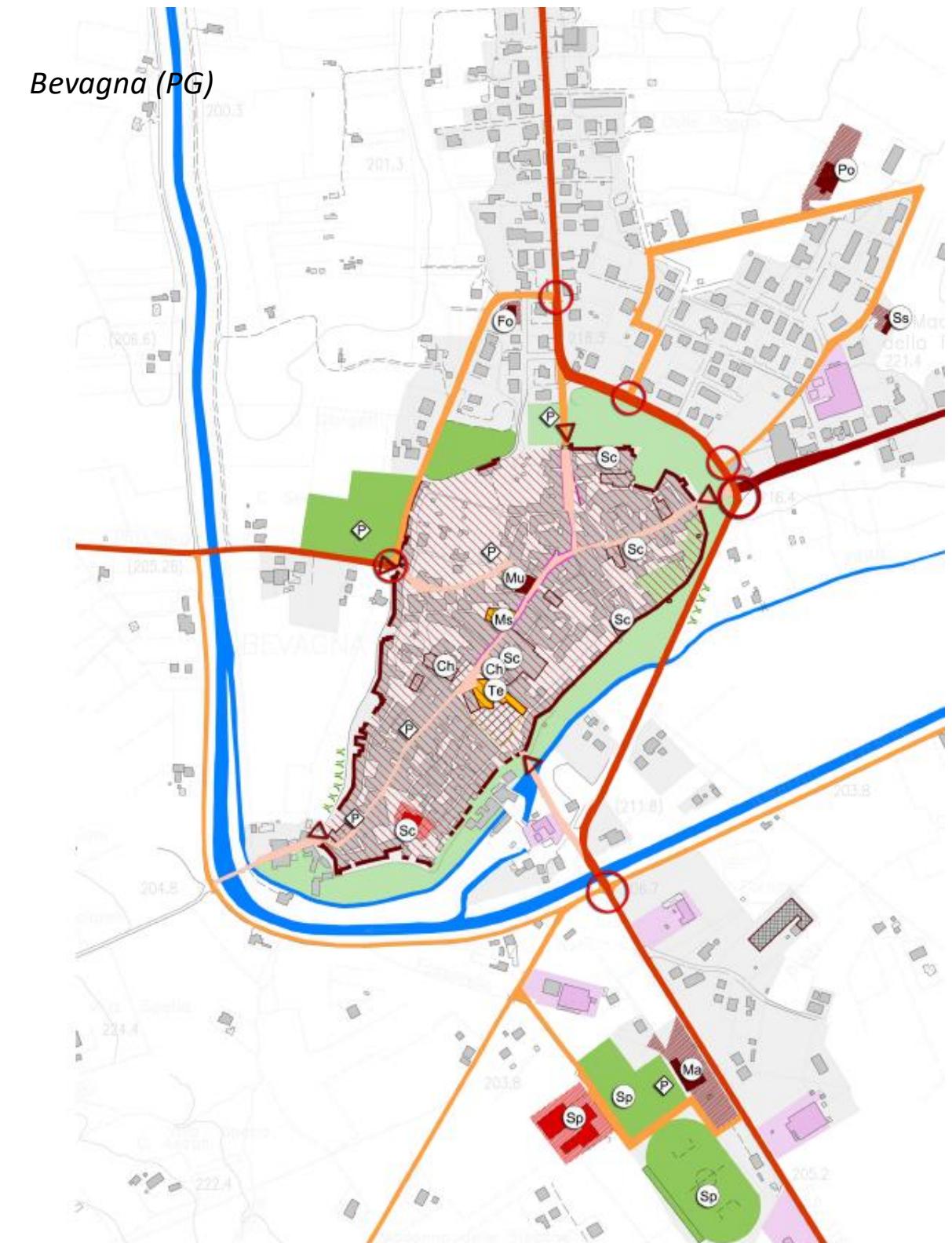
- for the urban response to the earthquake in the **emergency phase**
- for the **maintenance and recovery** of ordinary urban activities (economic-social and relational) in the post-earthquake phase

SUM = analytical and planning category



Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

1. Identification of the components

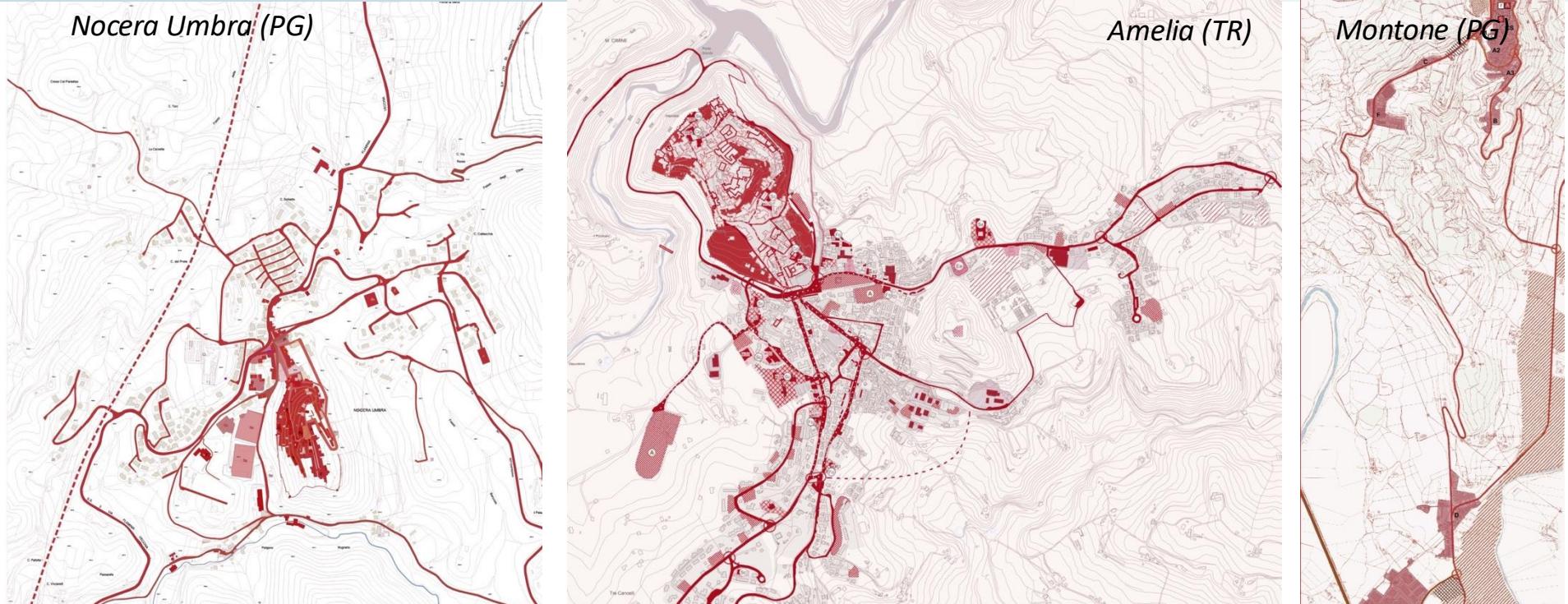


Emergency

- Mobility and **accessibility** system
- Safe **open spaces** system
- System of buildings and **strategic structures**
- System of technological networks (**lifelines**)

Recovery

- System of **economic-productive activities** and main urban functions
- System of **cultural heritage** and places of interaction

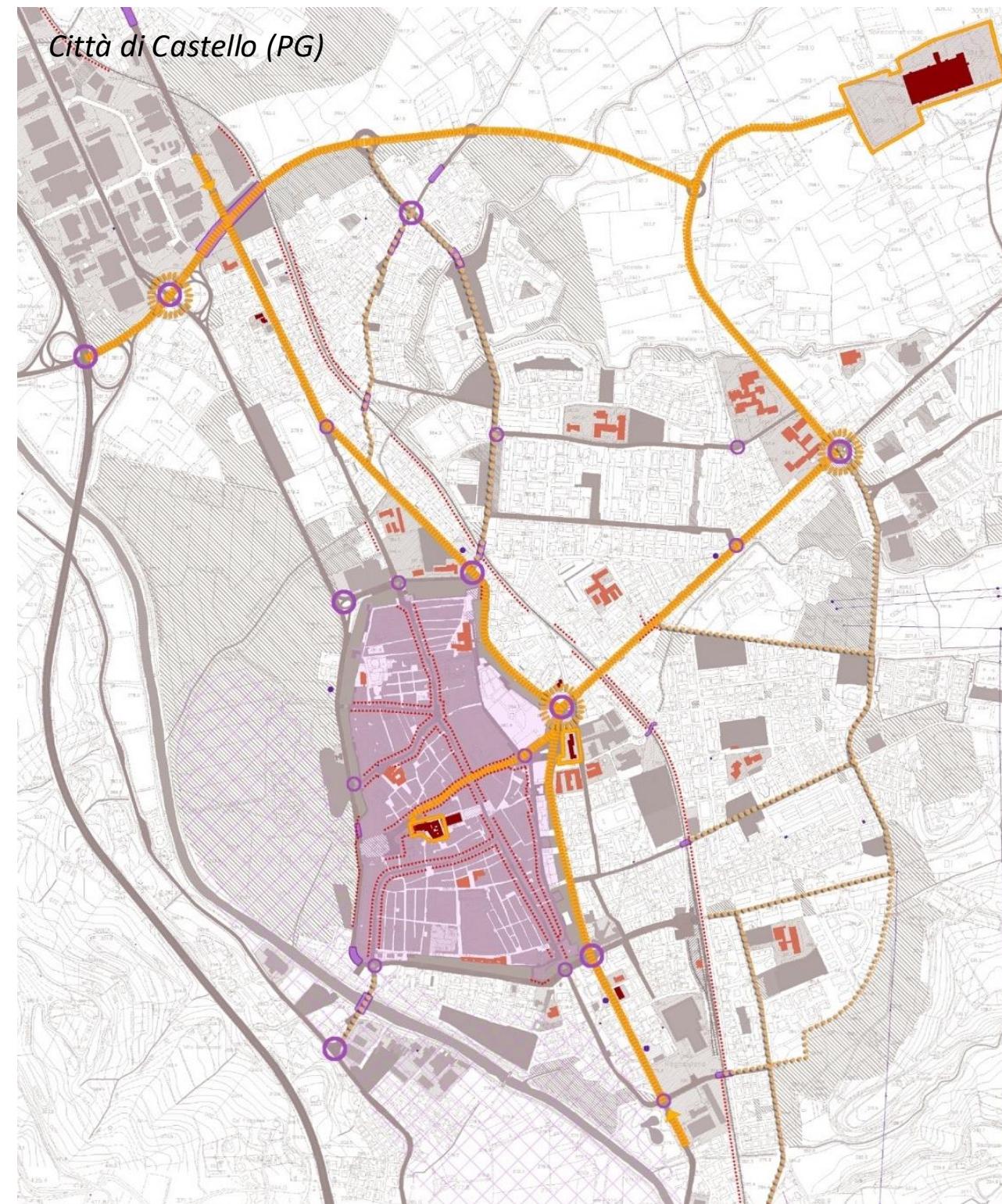


It is difficult to have the resources to make them completely safe

Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

2. Critical elements

reduces or interrupts the system functionality

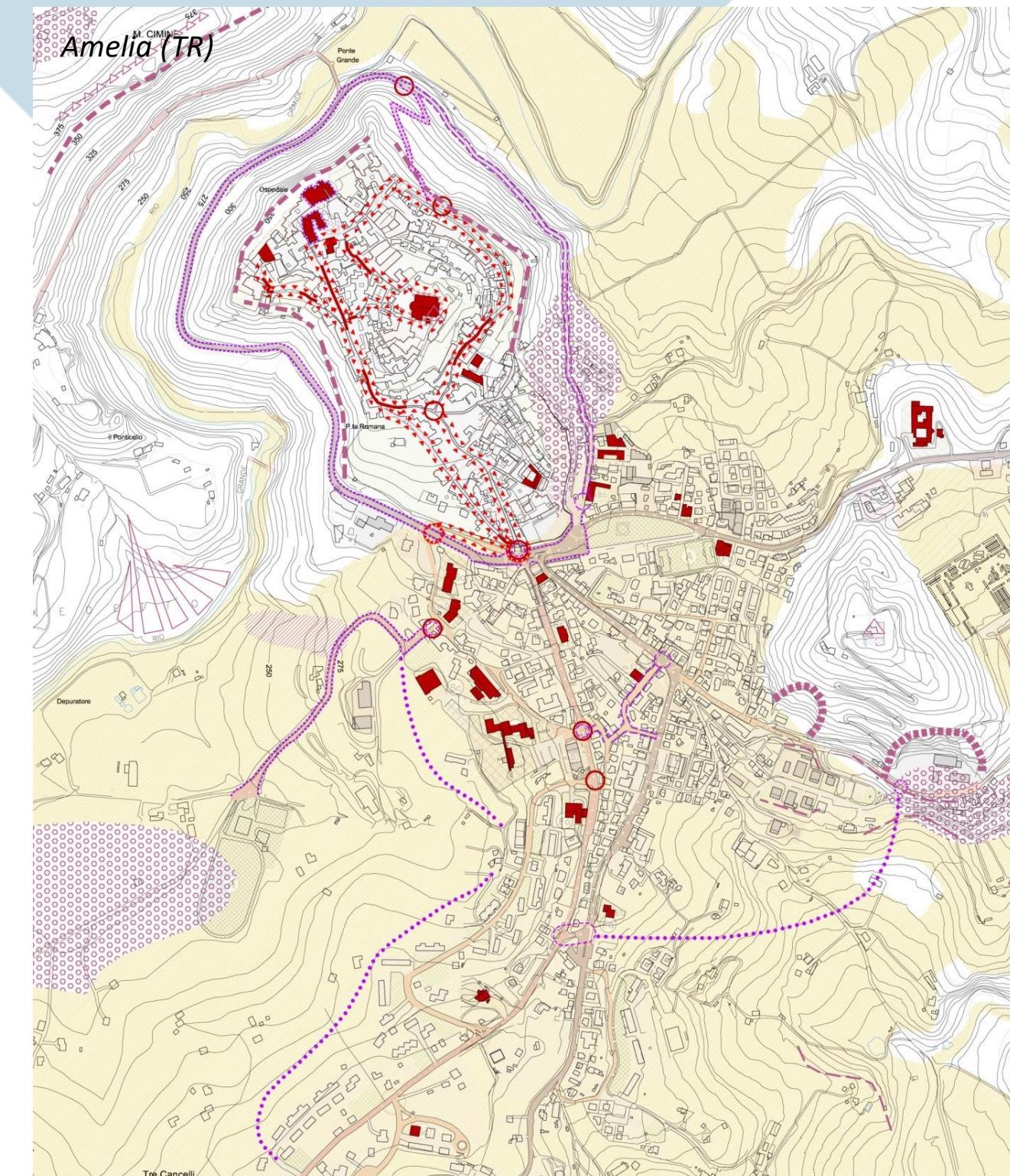


Singular

- for direct or induced **vulnerability**
- due to seismic **hazard** factors

Sistemic

- his damage induces **systemic** critical issues



Local hazard

- stable zones susceptible to local **amplification**
- zones subject to **instability**
- **surface shapes** important for seismic dynamics

Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

3. Increase the functionality

URBAN SCALE criticalities reduction

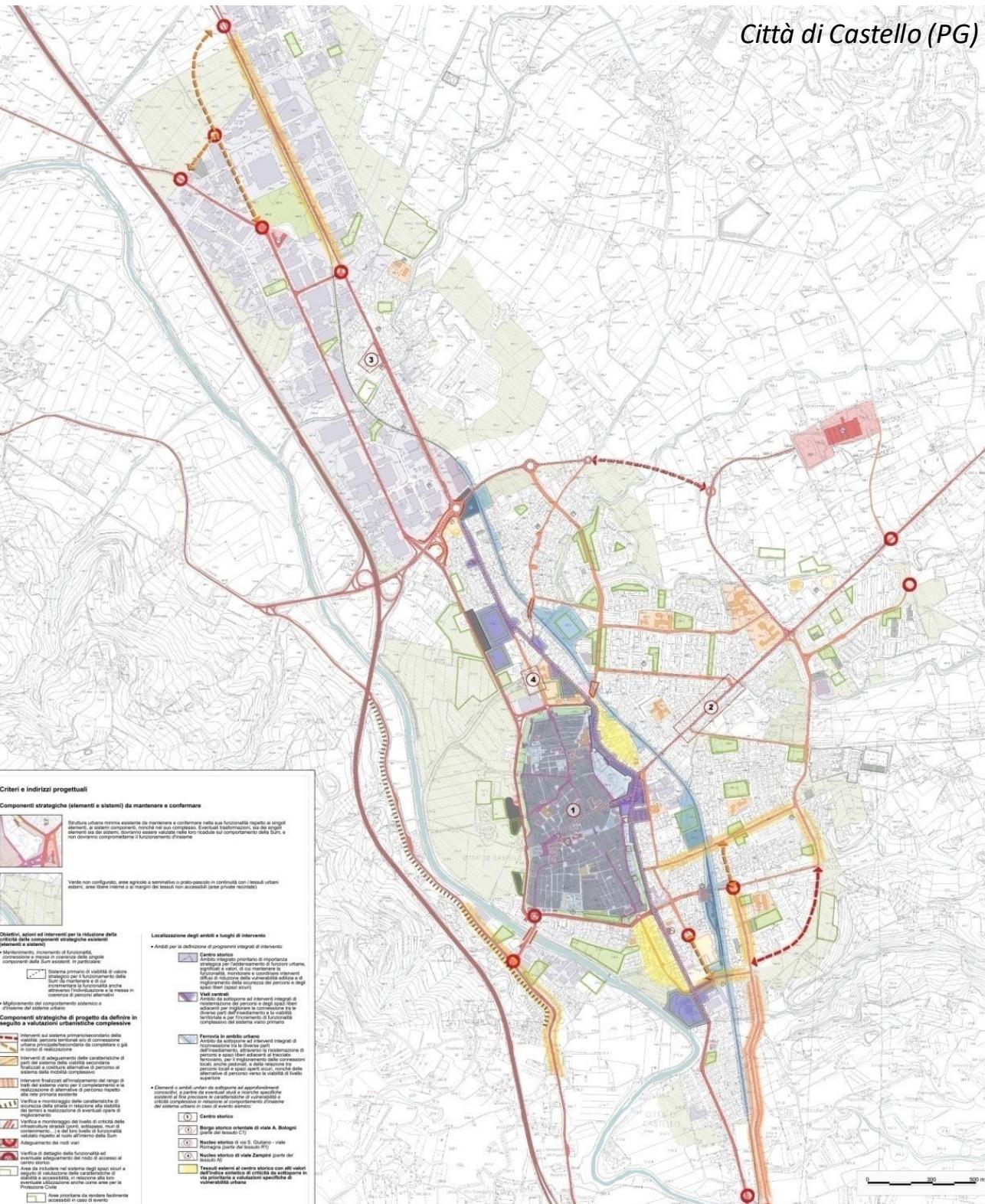
- **Mobility** system (roads, nodes, urban fronts)
- **Strategic** functions system (vulnerability reduction)
- System of **emergency** areas and safe spaces (improve functionality)
- **Network** system
- **Built areas** (vulnerability reduction)

delocalization

- Strategic functions

redundancy

- Add alternative **roads**
- Add alternative **strategic** functions to the existing ones



strategic and integrated urban planning actions and interventions

HISTORICAL CENTERS SCALE road system

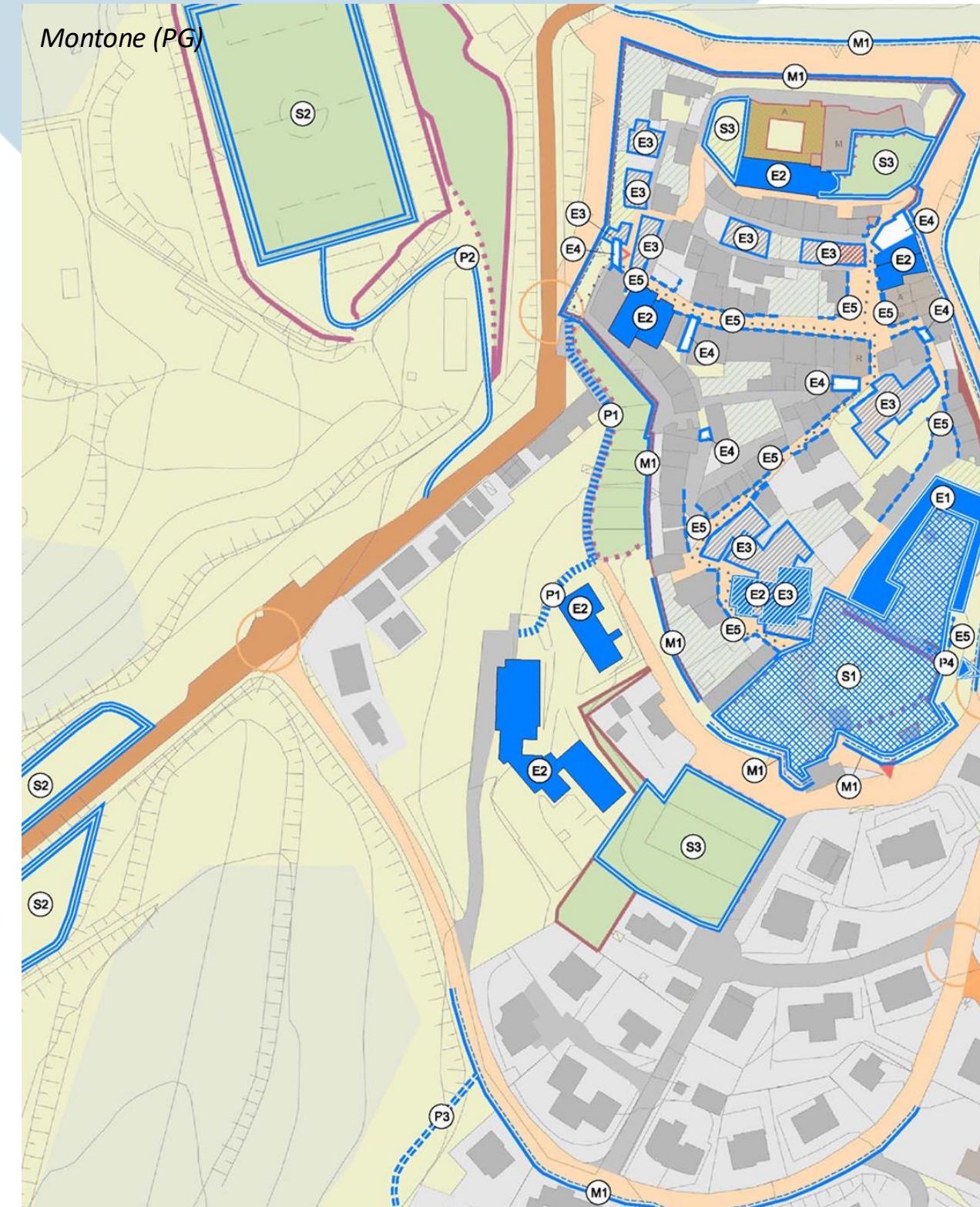
- To be improved
- New roads
- Access to be monitored

functions system

- Buildings to connect
- Reduce vulnerability
- Fronts to be secured
- Underpasses to check

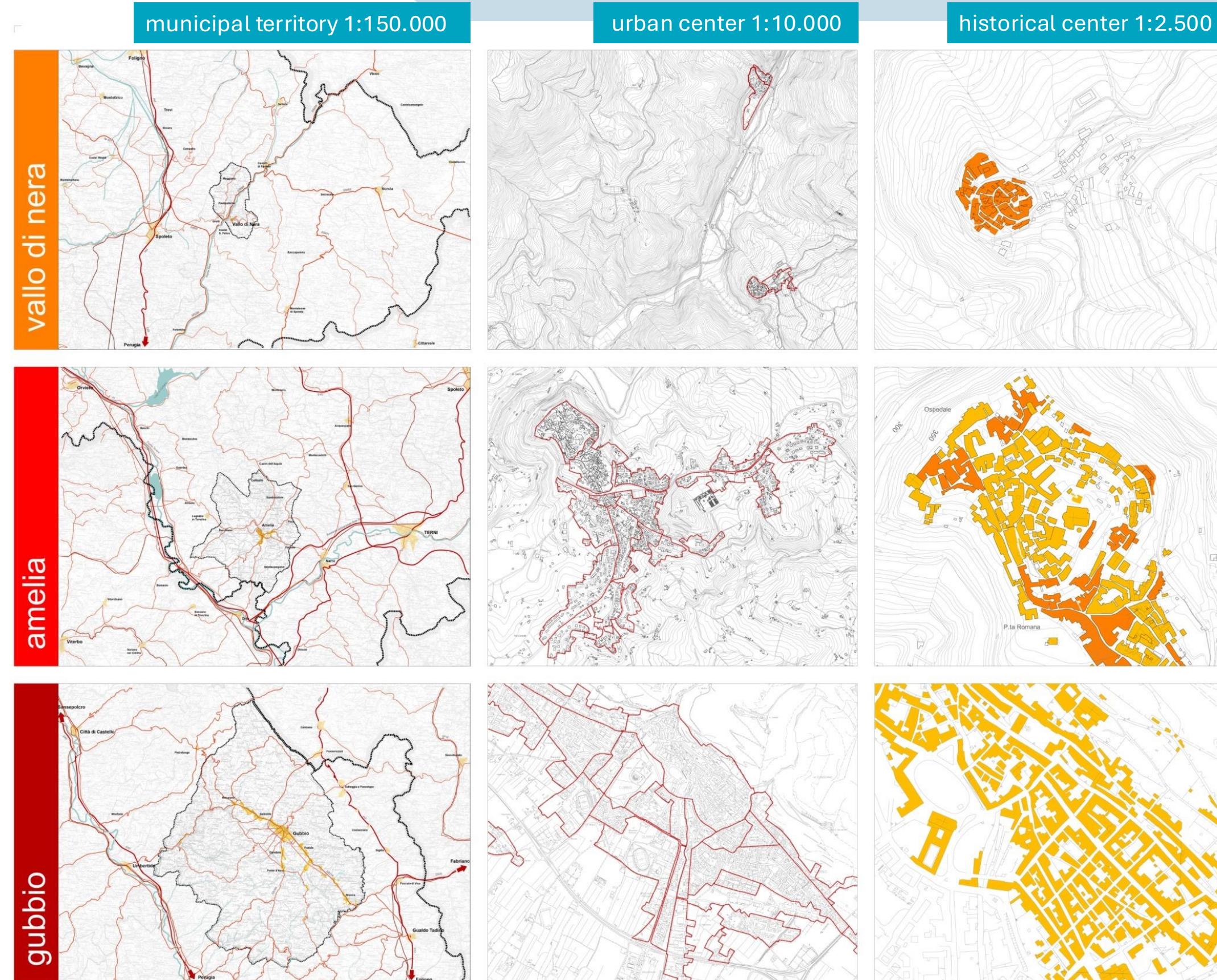
open area system

- Areas to connect
- Improve accessibility
- Adaptation of primary networks



Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

Multiscalar analysis

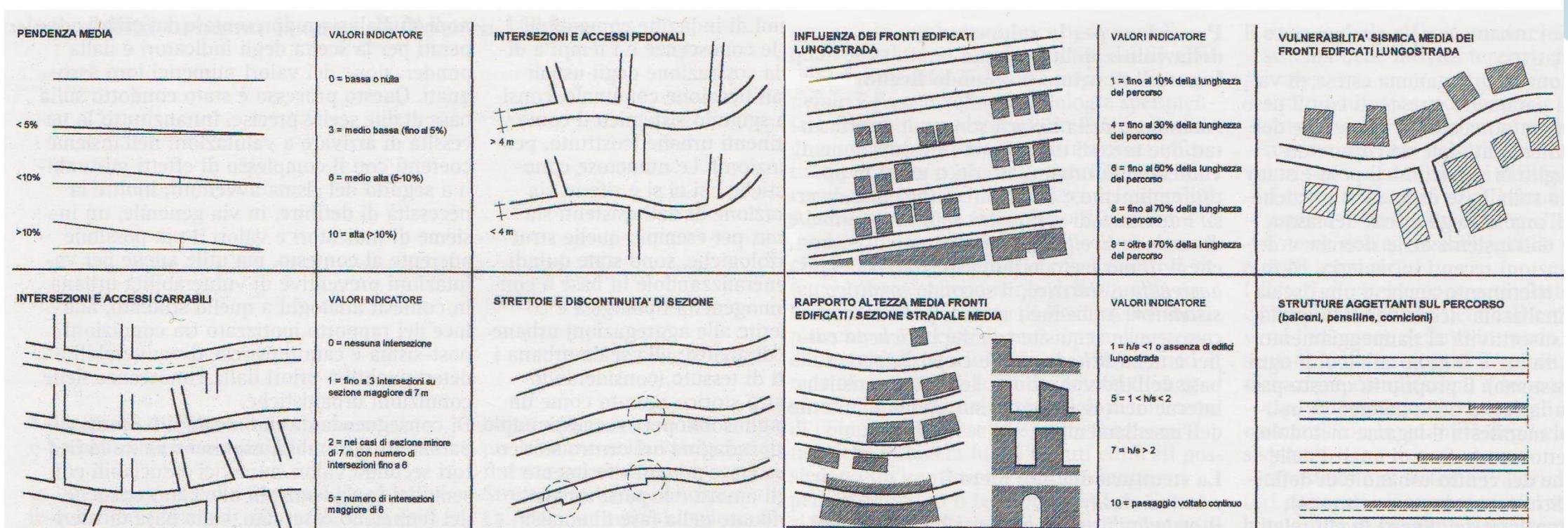


Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

Detail level of the analyses

Specific survey forms are used for the expeditious visual surveys: for the evaluation of the vulnerability of the roads and the open spaces .

Roads vulnerability assessment parameters



(Cfr. Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, M. Olivieri (a cura di), in Quaderni di Urbanistica, n. 44 - Anno X, 2004, INU)

Survey form for squares and open spaces

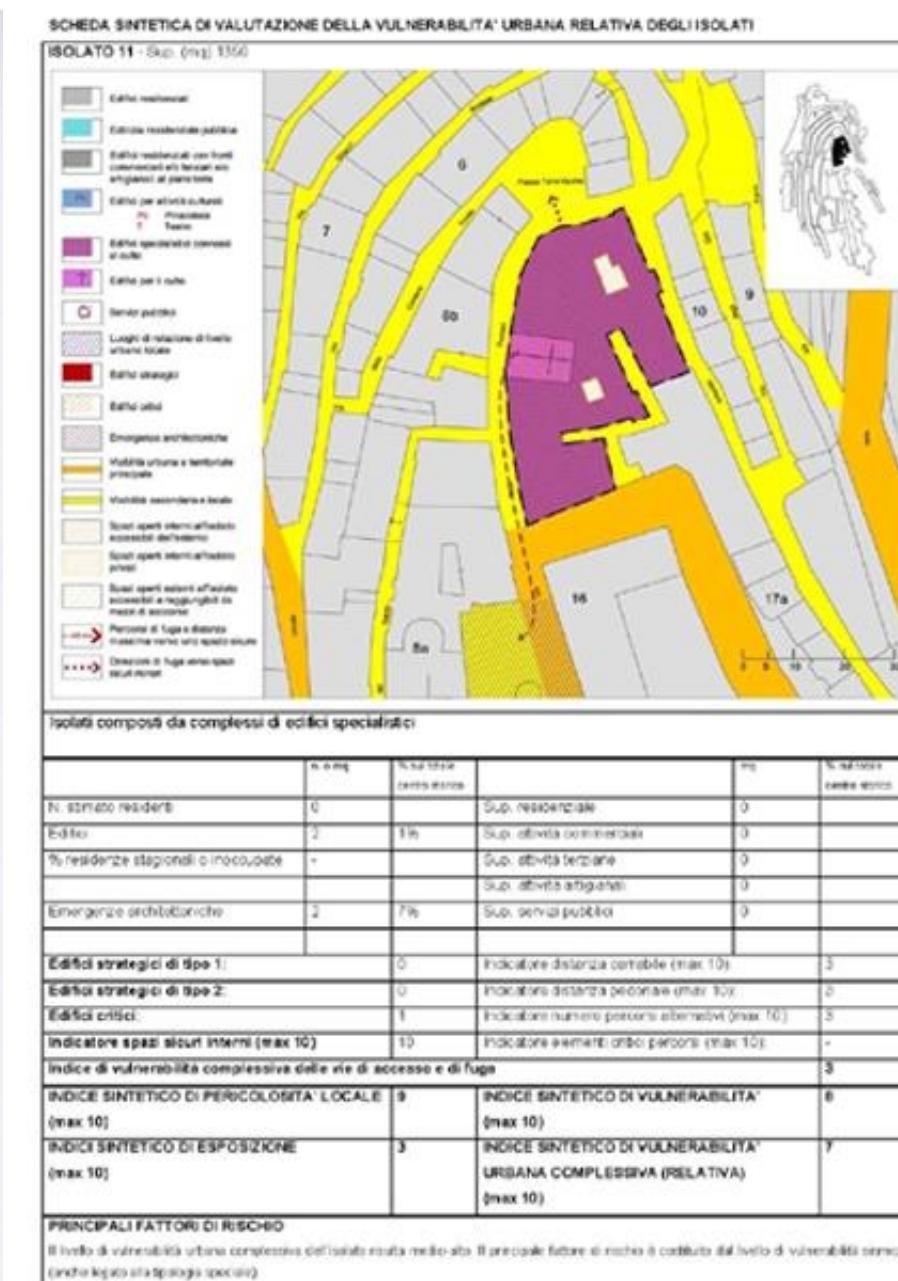
Area (riferimento planimetria)			
Denominazione			
Codice di riferimento			
Dimensione massima m	Presenza marciapiedi	Si	No
Dimensione minima m	Larghezza media marciapiede m		Pendenza media
Tipologia attuale	Carrabile	Pedonale	Mista
Configurazione	Chiusa Aperta su tre o più lati	Aperta su un lato	Aperta su due lati
Uso e assetto dell'area	Piazza pubblica Pavimentata	giardino pubblico attrezzato	Giardino a prato libero pubblico
	Area di pertinenza di edifici pubblici	Area di pertinenza di edifici privati	Giardino alberato pubblico
	Parco privato	Orto	Area agricola
Area agricola alberata	Area incolta	Area di riporto di terra recente	Area di parcheggio pubblico
Area di parcheggio privato	Area di vendita, stoccaggio e deposito	Area in trasformazione	Altro
Pavimentazione	Pietrame	Lastre di pietra	Laterizio
	Asfalto	Mmista (...)	Altro (...)
Presenza di intersezioni e accessi	n. Immissioni o intersezioni stradali	n. Accessi carrabili a edifici o aree di pertinenza	n. Accessi pedonali a edifici o aree di pertinenza
Presenza di salti di quota o discontinuità	Scale e gradinate (n, L in m ...)	Dissuasori (n, L in m ...)	Altro (n, L in m ...)
Presenza di oggetti, manufatti e strutture latitanti fissi	Siepi, alberature (n, L in m ...)	Recinzioni basse (n, L in m ...)	Reti di recinzione (n, L in m ...)
	Muri di recinzione (h = m ...)	Lampioni (n, L in m ...)	Tralicci (n, L in m ...)
	Panchine	Tabelloni	Altro (distributori, cabine, ecc.)
Presenza di elementi e strutture aggettanti	Cornicioni o sporti di gronda (n, L in m ...)	Balconi (n, L in m ...)	Passaggi voltati e/o porticati (n, L in m ...)
Presenza di strutture d'uso temporaneo	Tavoli bar e ristoranti	Strutture per fiere, mercati, esposizioni	Altro
Presenza di parcheggi	Su area dedicata (L = m ...)	Su area impropria (L = m ...)	Parcheggi, rigiri o fermate autobus
Presenza di edifici o strutture edificate	Lati A, B (h o n piani med = ...)	Lati C, D (h o n piani med = ...)	(h o n piani med = ...)
Note			

Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)

Detail level of the analyses

Survey forms for typological and morphological parameters for the assessment of the seismic vulnerability of aggregates

RAPPORTO CON LA MORFOLOGIA DEL TERRENO	VALORI INDICATORE	RAPPORTO CON GLI ISOLATI CIRCONDANTI	VALORI INDICATORE
	3 = in piano o con lieve pendenza 5 = con pendenza trasversale accentuata o con compresenza di lieve pendenza trasversale e longitudinale 7 = con pendenza trasversale accentuata e presenza di pendenza longitudinale		5 = isolati con fronti longitudinali liberi o con fronti edificati prospicienti a distanza superiore all'altezza media dell'isolato e a quota inferiore 7 = isolati con fronti edificati a distanza inferiore all'altezza media dell'isolato e alla stessa quota 10 = isolati con fronti edificati a distanza inferiore all'altezza media dell'isolato e a quota superiore (isolati a valle sovrastati da isolati a monte)
land morphology	versale accentuata		
ANDAMENTO PLANIMETRICO	VALORI INDICATORE	ANDAMENTO ALTIMETRICO	VALORI INDICATORE
	3 = isolati ad andamento regolare rettilineo o prevalentemente lineare 5 = isolati regolari ad andamento curvilineo 10 = isolati ad andamento irregolare		3 = isolati composti da edifici di eguale altezza o con prevalenza di edifici di uguale altezza con presenza ridotta di edifici contigui di altezza differente 7 = isolati con frequenti variazioni di altezza tra edifici contigui 10 = isolati con frequenti differenze di altezza tra edifici contigui e presenza di elementi di altezza eccezionale o con differenza superiore ai tre piani (torri, campanili)
planimetric/altimetric orientation			
DISCONTINUITA' NELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO	VALORI INDICATORE	DIFFERENZA DI LIVELLI MONTE-VALLE	VALORI INDICATORE (corrisponde al numero di piani di differenza verificato)
	discontinuity i punti di discontinuità		0 = isolati privi di pendenza trasversale 1 = isolati con 1 piano di differenza tra monte e valle 2 = isolati con due piani di differenza tra monte e valle



Synthetic level of vulnerability for each aggregate

ISOLATO	INDICI INTEGRATI MORFOLOGICI TYPLOGOGICI	INDICI INTEGRATI CARATTERISTICHE STRUTTURALI GENERALI	VALORE ESPOSIZIONE VULNERABILITÀ	INDICE DI VULNERABILITÀ COMPLESSIVA
1	84	53	138	8
2	82	81	163	8
3a	82	54	117	7
3b	89	54	113	7
4	72	80	137	8
5	79	58	129	7
6	86	72	126	7
7	54	86	119	7
8a	75	75	150	8
8b	67	68	126	7
9	48	51	96	6
10	42	60	102	6
11	89	87	135	8
12	86	78	162	8
13	58	72	129	7
14	64	87	130	8
15	70	63	133	8
16	51	66	117	7
17a	49	52	101	6
17b	46	53	100	6
18	44	59	100	6
19	63	61	123	7
20	77	54	131	8
21	82	66	118	7
22	64	43	107	6
23	52	81	113	7
24	83	82	172	10
25	83	74	157	8

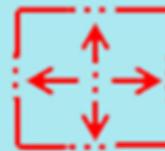
- Vulnerabilità massima
- Vulnerabilità molto alta
- Vulnerabilità alta
- Vulnerabilità medio alta

Methodologies and applications: Minimal Urban Structure (SUM)



Minimal Urban Structure

It answers the question: " Which parts of the urban center must resist in any case?"

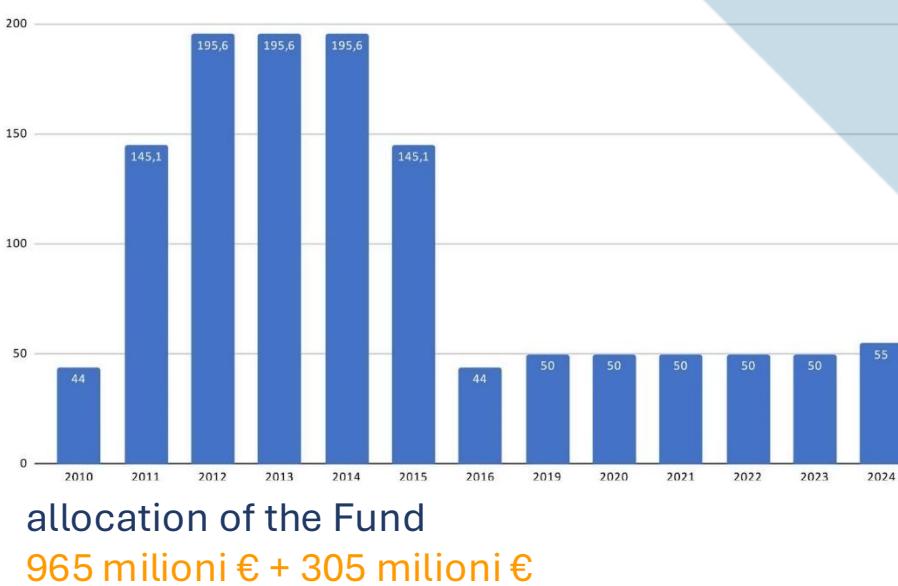
 multiscalarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Systemic<input checked="" type="checkbox"/> Urban scale<input checked="" type="checkbox"/> Subsequent levels of detail	even if not the building scale
 interdisciplinarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Hazard<input checked="" type="checkbox"/> Vulnerability<input checked="" type="checkbox"/> Exposure	with different degree of detail, like the aggregates vulnerability
 data sharing	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Traditional process<input checked="" type="checkbox"/> Information technology	
 scenario assessment	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> No evaluation, no scenario configurations	

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

The CLE analysis is financed by a national funding issued with law 77/2009, after the L'Aquila earthquake.

Funding for municipalities with the highest seismic risk ($ag \geq 0.125g$)

Zona sismica	1	2	3	
N. Comuni finanziabili	709	2220	917	3846



The Department of Civil Protection has issued **9 implementing ordinances** which define the criteria for using resources for each year

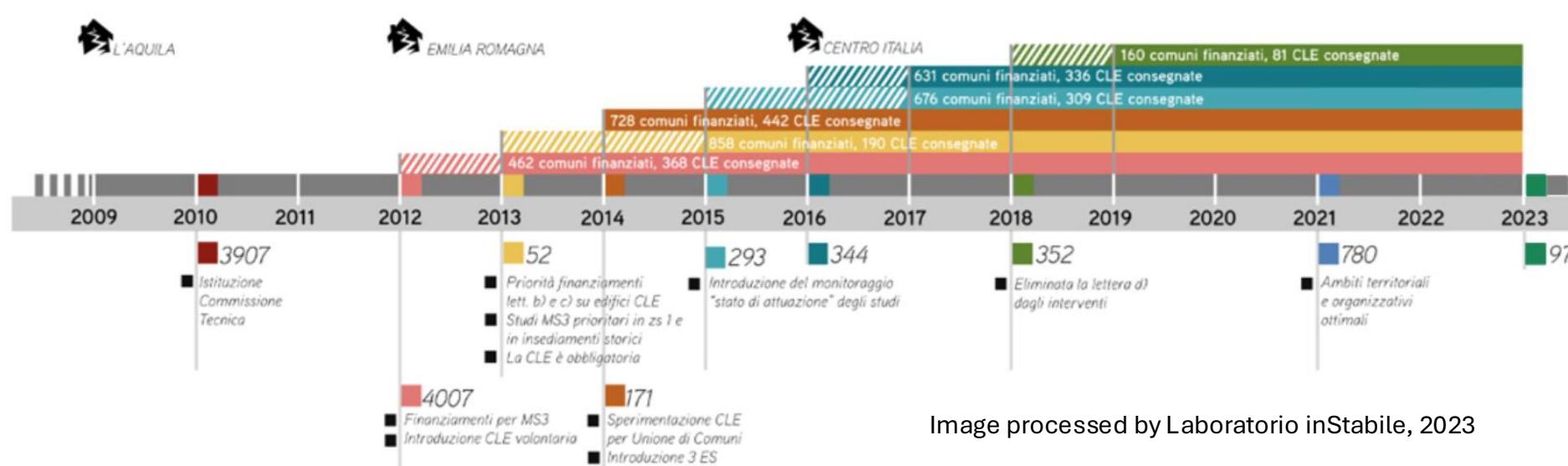
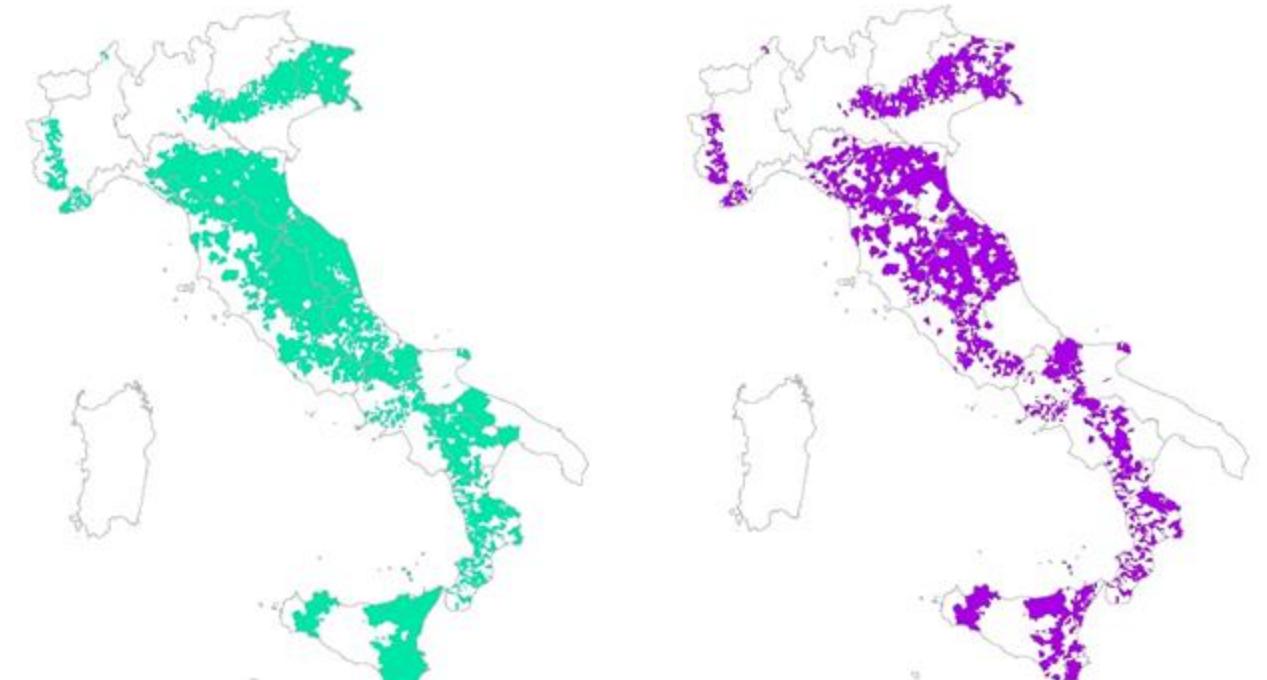


Image processed by Laboratorio inStabile, 2023

National Plan for seismic risk prevention (art.11, Law no. 77-2009)

- Lett. A) Seismic Microzonation (MS) studies and analysis of the Limit Condition for Emergency (CLE);
- Lett. B) structural local interventions or seismic strengthening of **buildings of strategic interest**, whose functionality during seismic events takes on fundamental importance for civil protection;
- Lett. C) structural local interventions or seismic strengthening , or, possibly, demolition and reconstruction of **private buildings**.

Status of implementation



Studi	Programmati	Validati
MS	4.323	3.338 - 77,2%

Studi	Programmati	Validati
CLE	3597	2619 - 72,8%

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

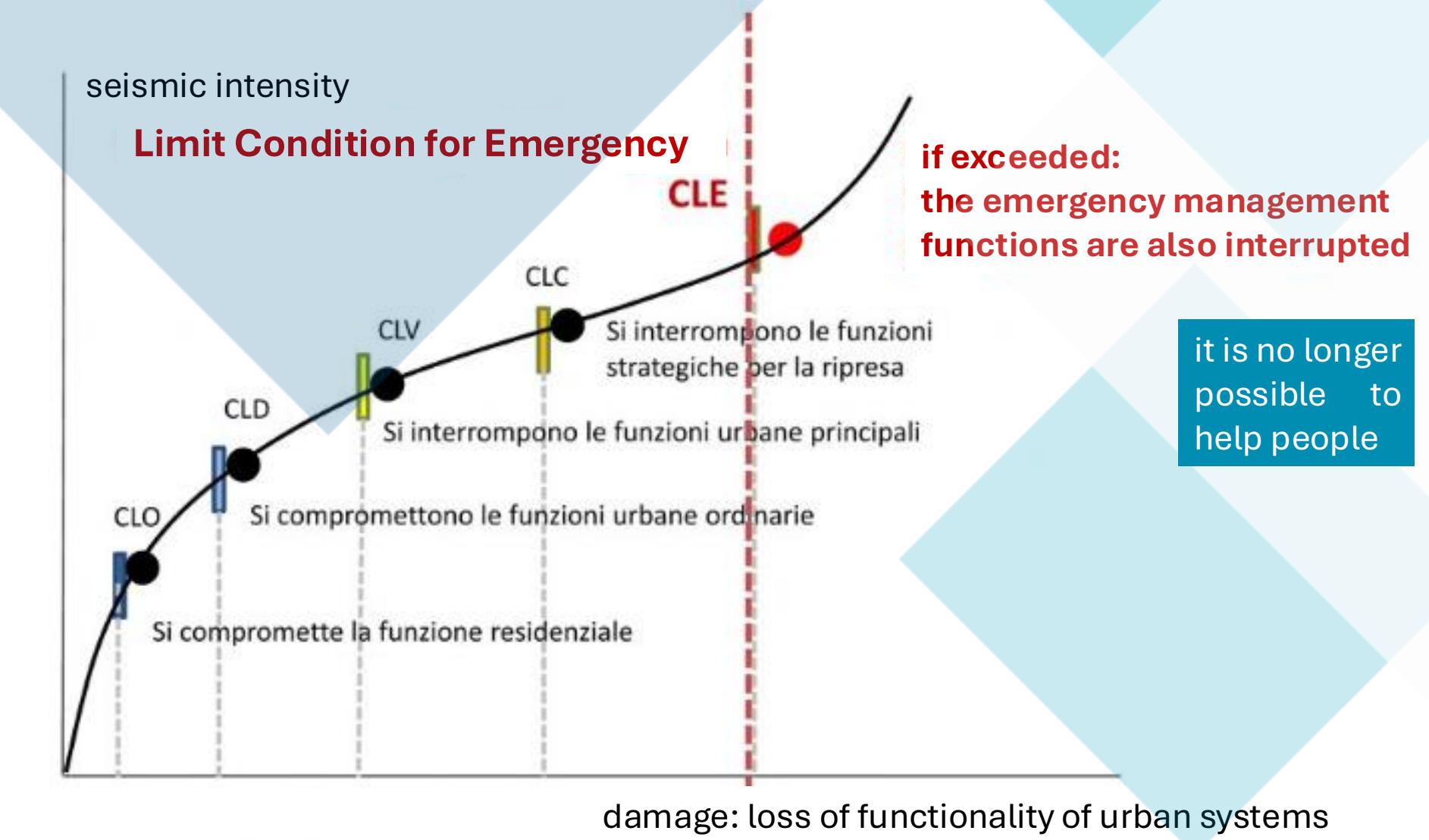
Limiting Condition for Emergency (CLE) of the urban settlement

(Opcm 4007/2012, Ocdpc 52/2013, Ocdpc 171/2014, Ocdpc 293/2015, Ocdpc 344/2016, Ocdpc 532/2018, Ocdpc 780/2021, Ocdpc 978/2023) is that condition which:

Following the seismic event, the settlement

is subjected to physical and functional damage such that **almost all present urban functions are interrupted**, including residence

preserves **the operation of most of the strategic emergency functions**, their accessibility and connection with the territorial context



Limit conditions as a threshold for progressive loss of functionality of urban systems

Fonte: Progetto Urbisit, coord. G. Cavinato (CNR-IGAG), F. Bramerini (DPC) (F. Fazio, R. Parotto, 2011-2)

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

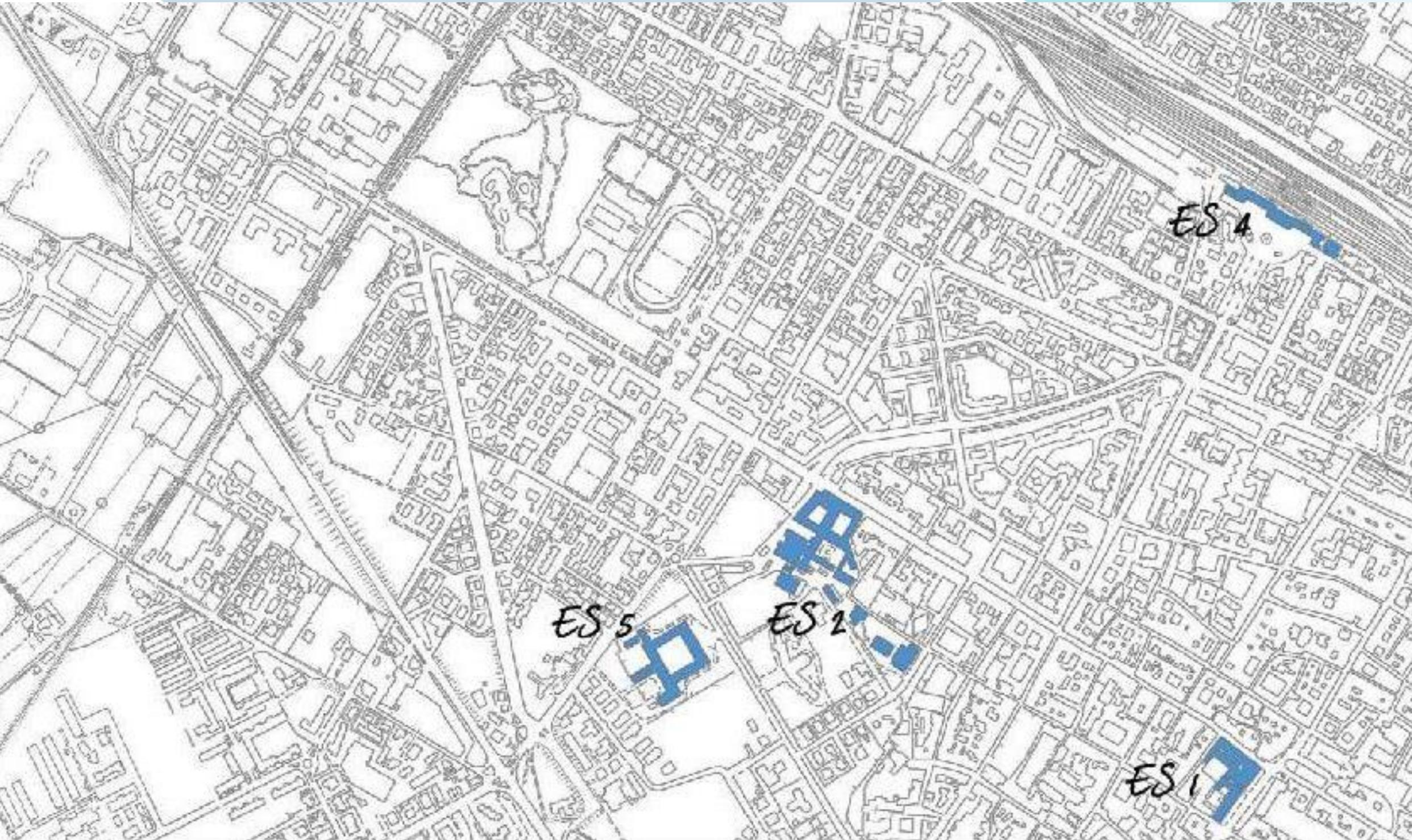
1. Buildings with strategic functions identification

Strategic Buildings for emergency management (ES)

Selection of the elements identified by the Civil Protection Plan and/or urban planning plans

3 main types (+ any others):

1. Coordination of interventions (e.g. COC, COM)
2. Medical assistance
3. Operational intervention (e.g. Fire Brigade, law enforcement)



Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

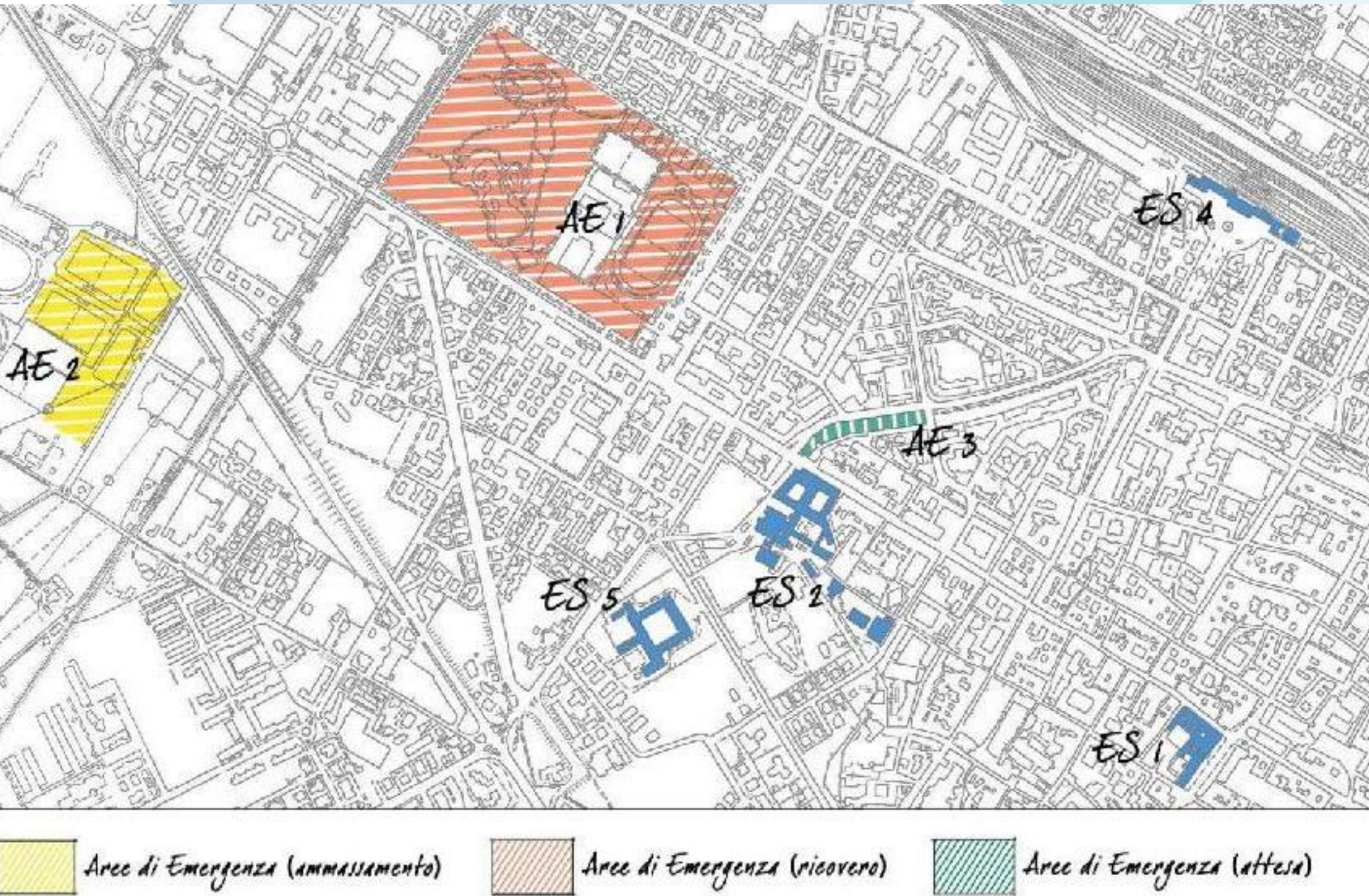
2. Emergency areas identification

Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

Emergency Areas (AE)

essential: assembly and sheltered areas (waiting areas represented but not analyzed, because they are only significant in the "first" emergency)

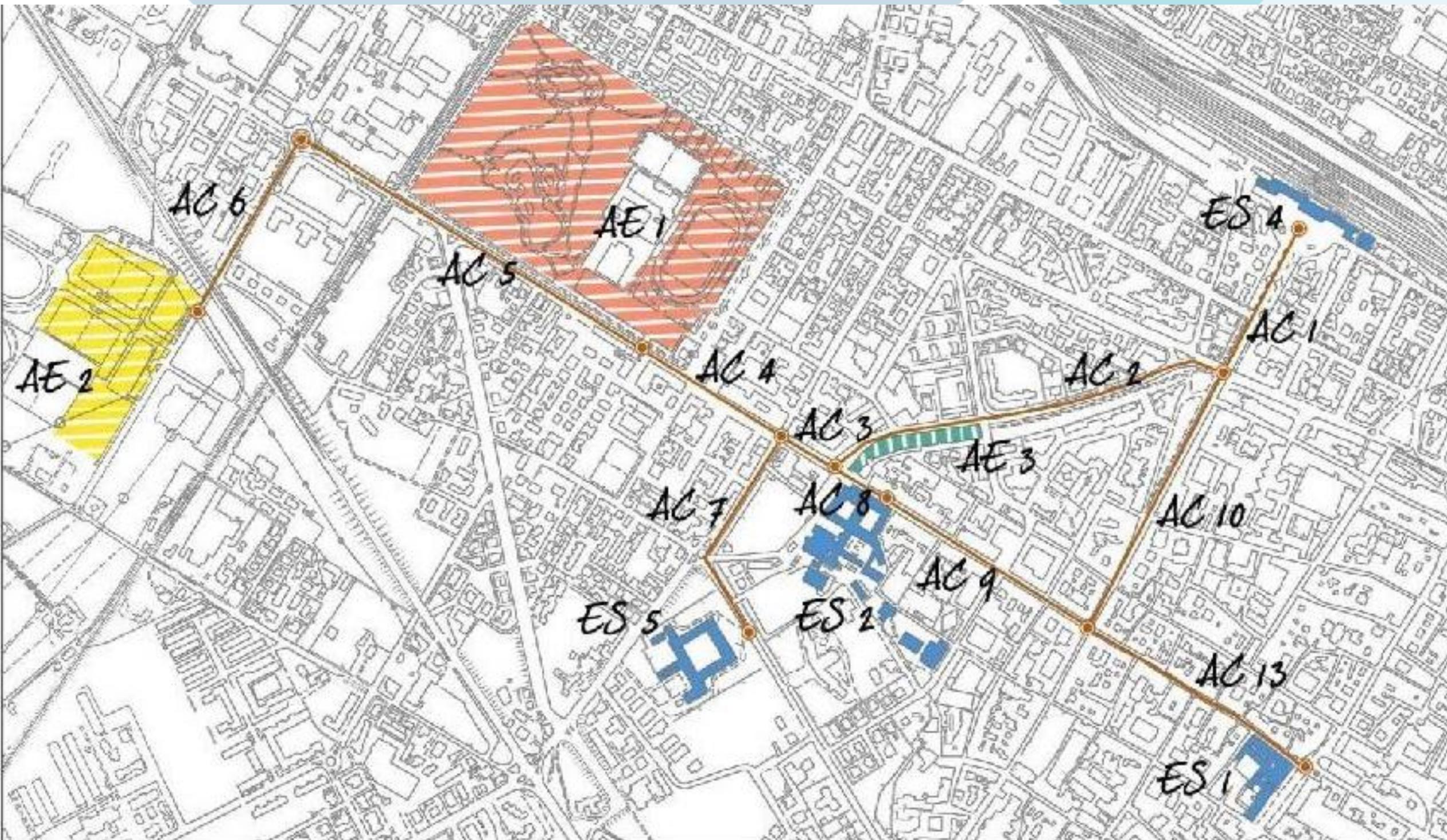
Assembly: for rescuers and emergency vehicles
Sheltered: for the population



Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

3a. connection infrastructures identification

AC infrastructures for connection between strategic elements
(ES-ES-, ES- AE, AE-AE)
Even with (possible) **redundancy** elements



— Infrastrutture di connessione

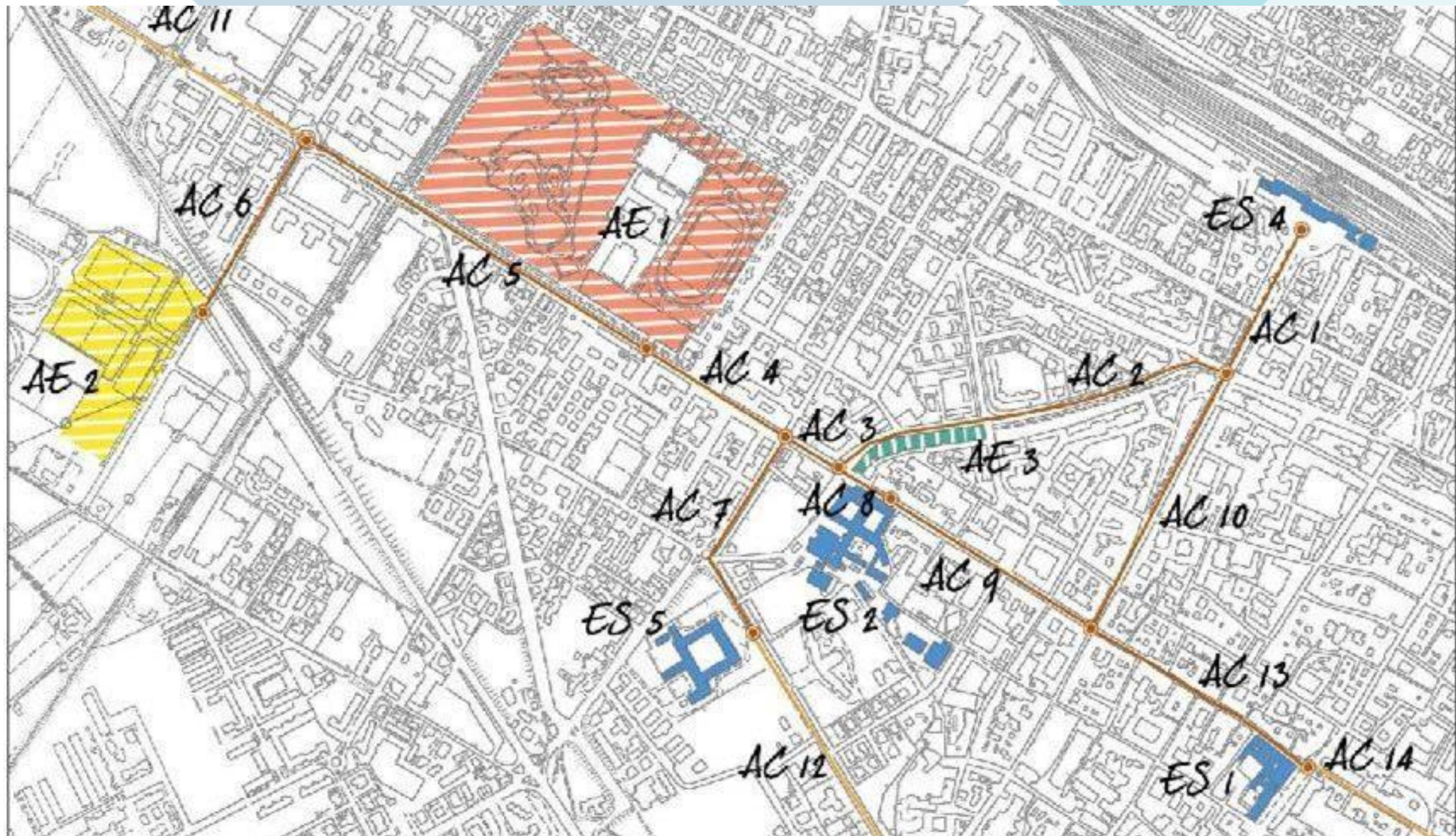
Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

3b. Accessibility infrastructures identification

AC infrastructures for accessibility

Even with (possible) **redundancy** elements



Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

— Infrastrutture di accessibilità

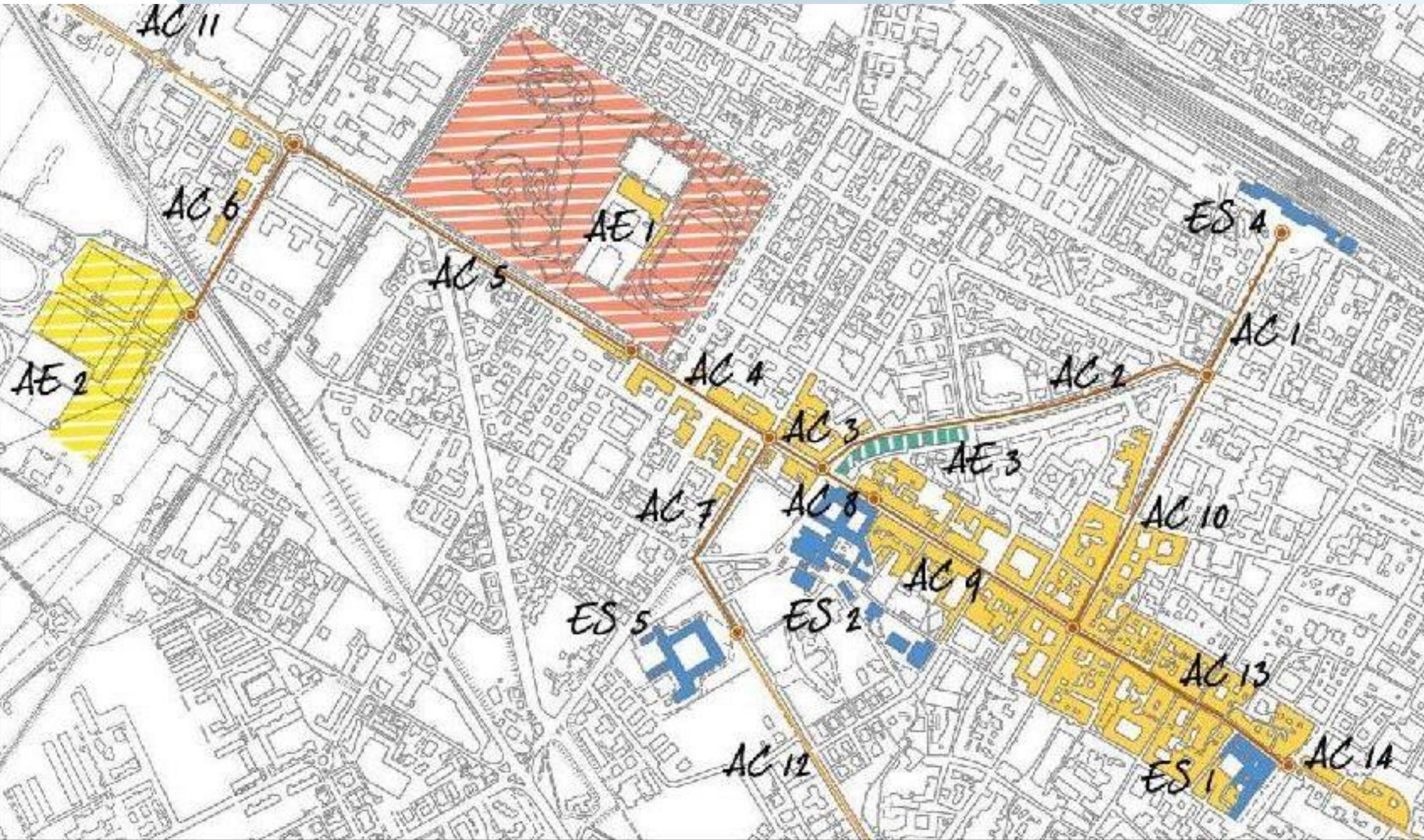
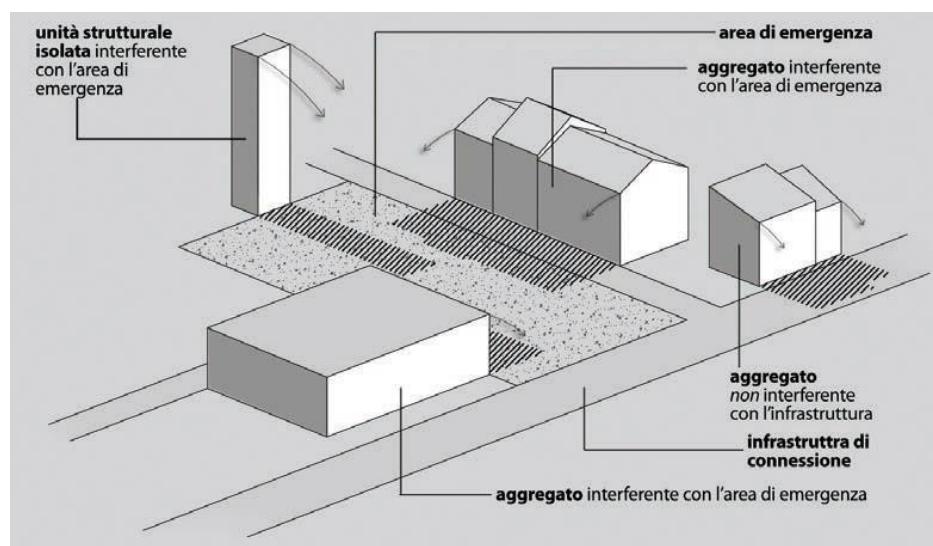
Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

4-5. Structural aggregates and interfering structural units identification

Interfering structural aggregates (AS) su AC e AE + Interfering structural units (US)

AS or US **interfering**: if its height is at least equal to the width of the road



 Aggregati strutturali

Fonte: F. Bramerini, C. Conte (DPC)

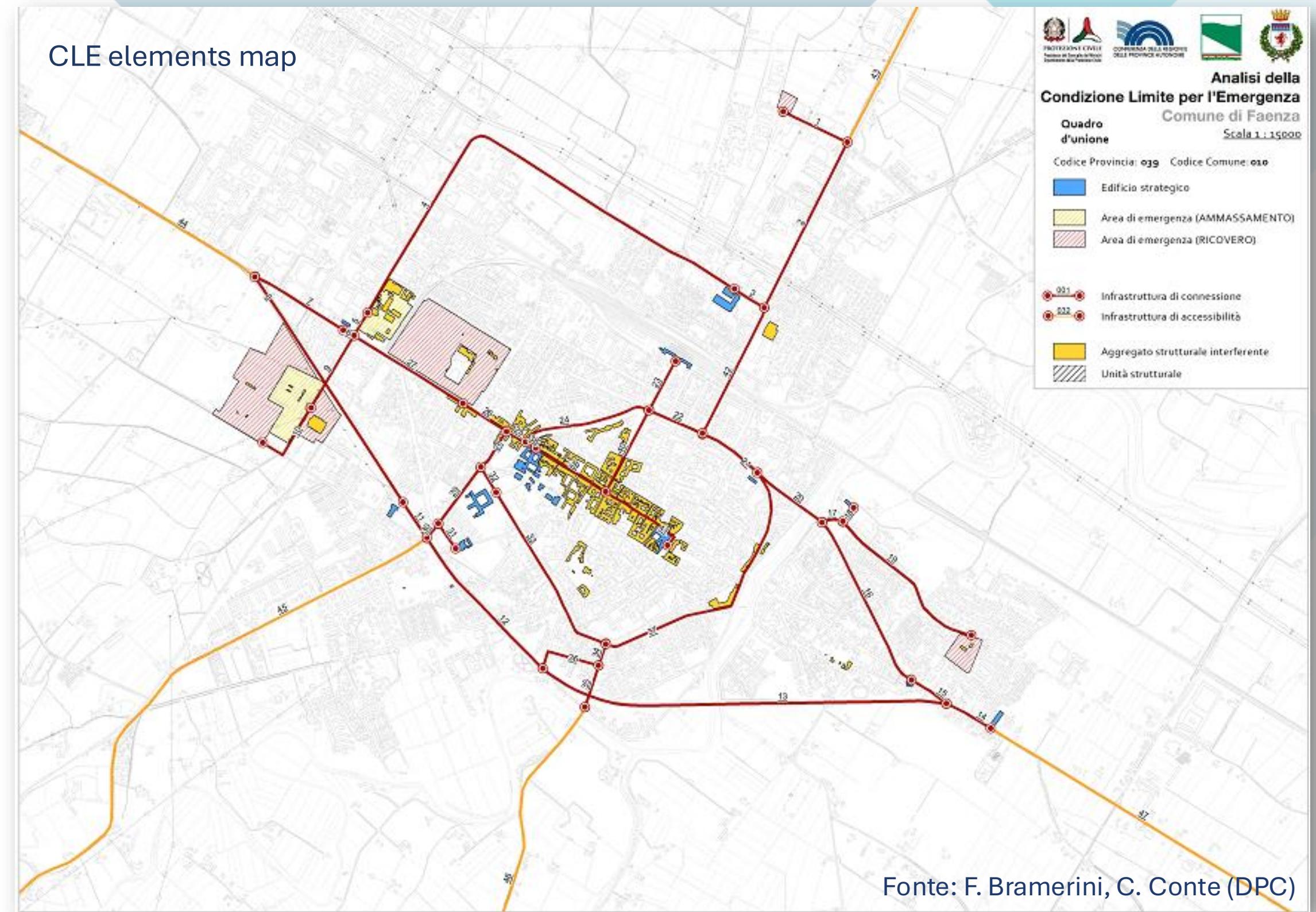
Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

Representation and digital data infrastructure

CLE identifies a **minimum urban system** to be safe: it covers less than the real dimension of the urban center.

The basic **data** used have **different origins**: geological studies, cartography, emergency plans, urban plans, specific building vulnerability studies.
And data **acquired in the field** through specific survey forms.

These data are processed according to **DPC national archival standards** and then collected in digital data infrastructure on a freely accessible **GIS platform**.
The data are georeferenced database and two-dimensional shapefiles.

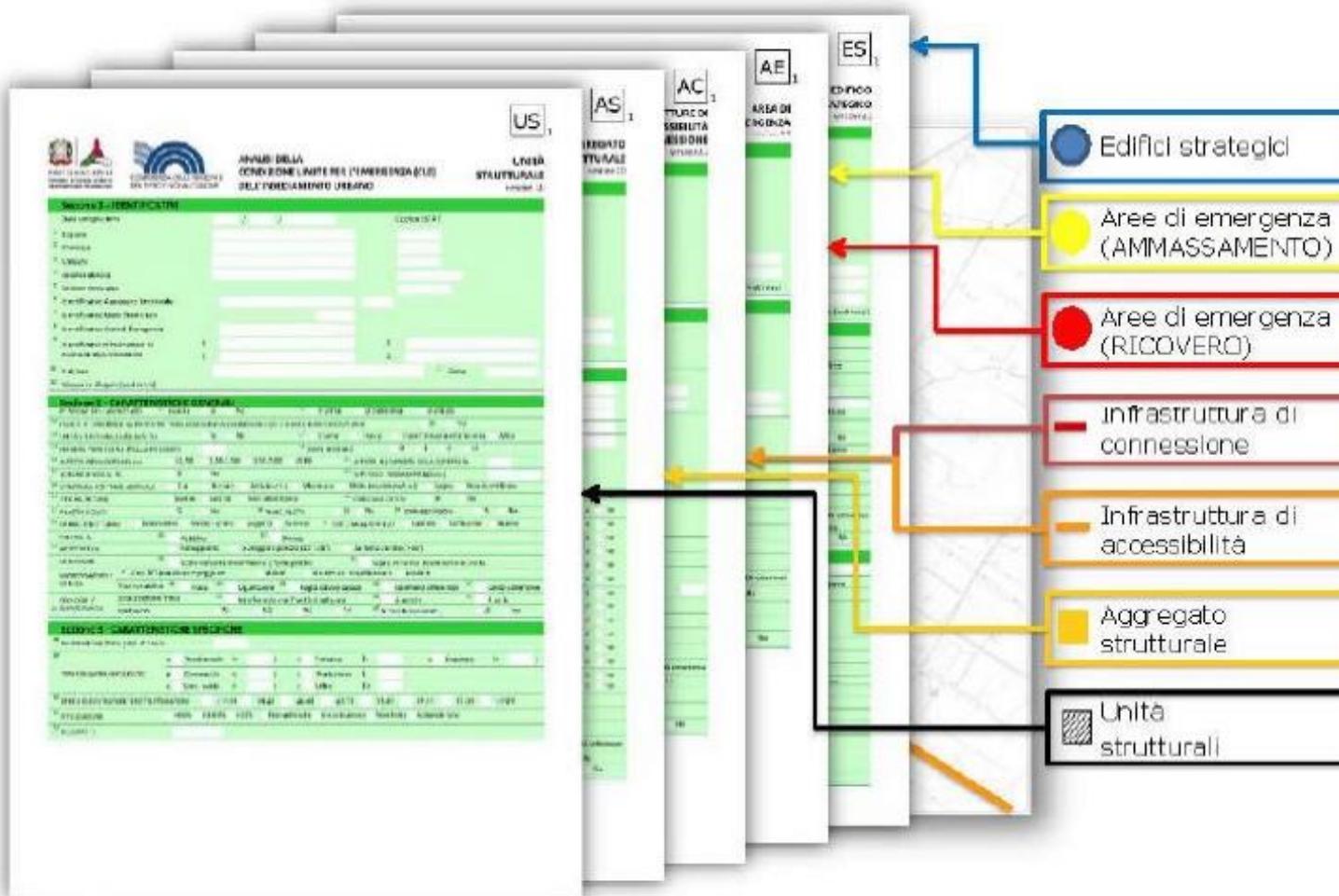


Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

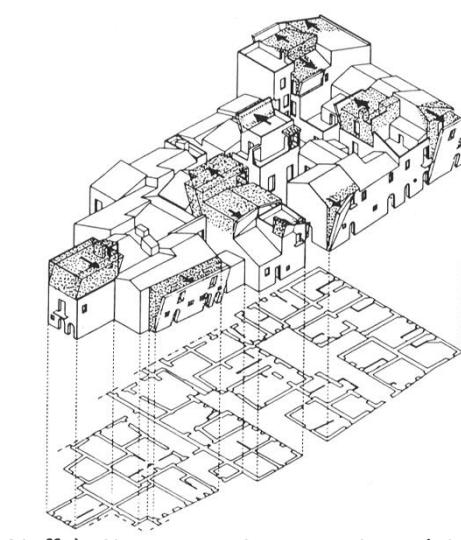
Detail level of the analyses

Expedient visual analysis

5 survey forms



ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE) DELL'INSEDIAMENTO URBANO	
AGGREGATO STRUTTURALE versione 2.0	
Sezione 1 - IDENTIFICATIVI	
Data compilazione	
1	Regione
2	Provincia
3	Comune
4	Località abitata
5	Sezione censuaria
6	Identificativo Aggregato Strutturale
7	Identificativo Area di Emergenza
8	Identificativi infrastrutture di Accessibilità/Connessione
9	Mappa in allegato (vedi retro)
Sezione 2 - CARATTERISTICHE GENERALI	
10	NUMERO TOTALE UNITÀ STRUTTURALI (US)
11	(di cui) NUMERO US CON FUNZIONI STRATEGICHE
12	(di cui) NUMERO US CARATTERIZZATE DA GRANDI LUCI (chiese, teatri, palazzi storici...)
13	Muratura
14	C.a.
15	Altre strutture
16	ALTEZZA MEDIA ALL'IMPOSTA DELLA COPERTURA (m)
17	SUPERFICIE COPERTA (mq)
18	NUMERO PIANI MINIMO
19	NUMERO PIANI MASSIMO
20	LUNGHEZZA FRONTE SU INFRASTRUTTURA DI ACCESSIBILITÀ/CONNESSIONE (m)
21	NUMERO US INTERFERENTI SU INFRASTRUTTURA DI ACCESSIBILITÀ/CONNESSIONE (H4)
22	Volte e archi di interconnessioni
23	Rifusioni o intasamenti
24	Disallineamento tra quote di imposta della copertura
25	Disallineamento tra quote orizzontali
26	Regolarità strutturale
27	Disallineamento pareti di facciata
28	Disallineamento negli spazi interni
29	Testata snella
30	Elementi giustapposti o strutturalmente mal collegati (corpi stia, penitini, balconi)
31	Sistema di bucature incongruo
32	Pilastri isolati, portici, piani pilotis
33	Sopraelevazioni, altane, torri
34	Torri, campanili, ciminiere
35	Unità Strutturali degradate o danneggiate
36	RINFORZO E MIGLIORAMENTO (>70% US)
37	RIFORZAMENTO (Pianeggiante: Su leggero pendio (15°-30°); Su forte pendio (>30°))
38	UBICAZIONE (Sotto versante incosciente o forte pendio; Sopra versante incosciente o cresta)
39	MICROZONAZIONE SISMICA (Zona MS (condizione peggiore); Stabile; Instabile)
40	Tipo instabilità (Frana; Liquefazione; Faglia attiva e capace; Cedimenti differenziali; Cavità sotterranea)
41	Geologia / IDROGEOLOGIA (Localizzazione frana; Interferente con l'aggregato strutturale; A monte; A valle; Rischio PAI; Area alluvionabile; Sì; No)



A.Giuffrè, Sicurezza e Conservazione dei Centri storici

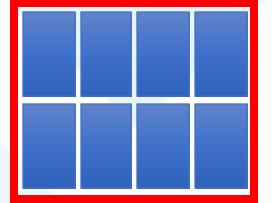
Structural aggregate sheet

Section 1
Identification of the Aggregate

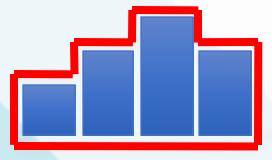


Section 2
General features

- subdivision in US;
- metric characteristics



- Interactions between US;
- Structural Regularity;
- Vulnerability Factors;
- Reinforces and improvement;



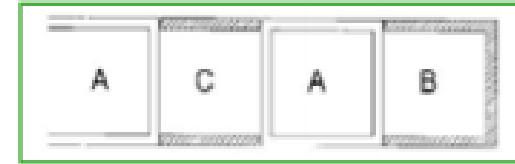
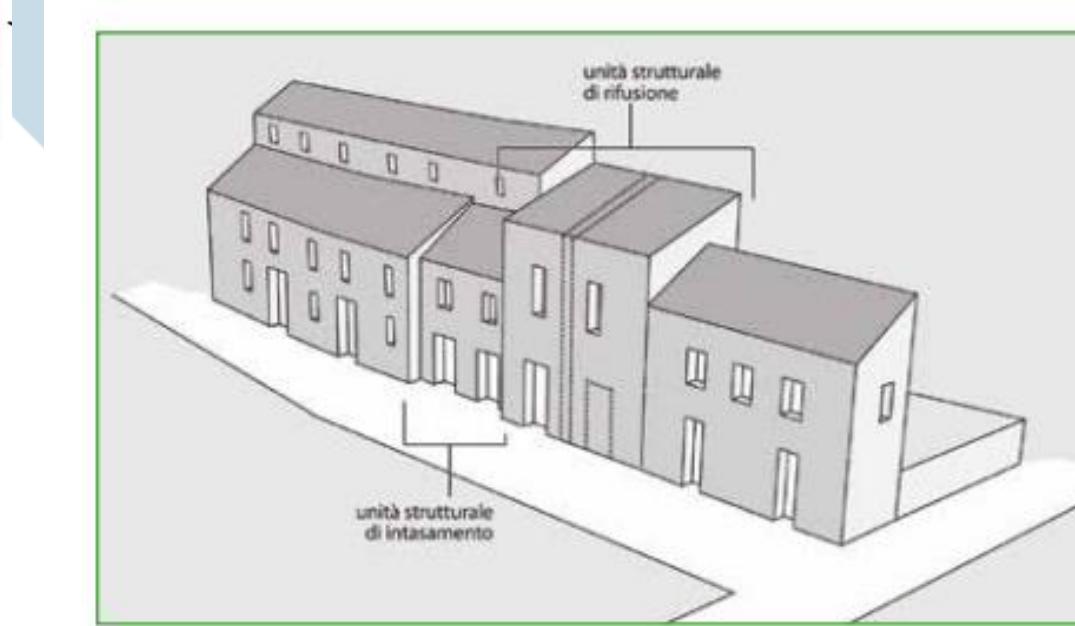
- Geological data and MS



Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

Structural aggregate sheet

22	INTERAZIONI TRA US	Volte e archi di interconnessione	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
23	Rifusioni o intasamenti	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no	
24			



24	Disallineamento tra quote di imposta della copertura	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
25	Disallineamento tra quote orizzontamenti	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
26	REGOLARITÀ STRUTTURALE	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
27	Disallineamento pareti di facciata	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
28	Disallineamento negli spazi interni	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
29	Testata snella	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no



Da C.Carocci, "Conoscere per Abitare", 2008

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

29	Elementi giustapposti o strutturalmente mal collegati (corpi scala, pensiline, balconi)	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
30	Sistema di bucature incongruo	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
31	Pilastri isolati, portici, piani pilotis	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
32	ULTERIORI ELEMENTI DI VULNERABILITÀ	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
33	Sopraelevazioni, altane, torrini	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
34	Torri, campanili, ciminiere	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
35	Unità Strutturali degradate o danneggiate	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
36	RINFORZI E MIGLIORAMENTO (>70% US)	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
37	Diffuso sistema di tiranti e catene	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no
	Interventi strutturali di miglioramento o adeguamento sismico	<input type="radio"/> sì <input type="radio"/> no

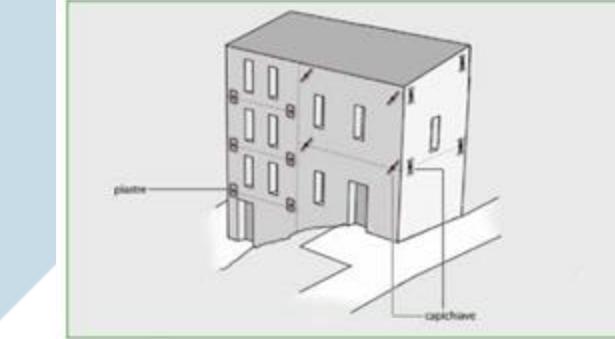
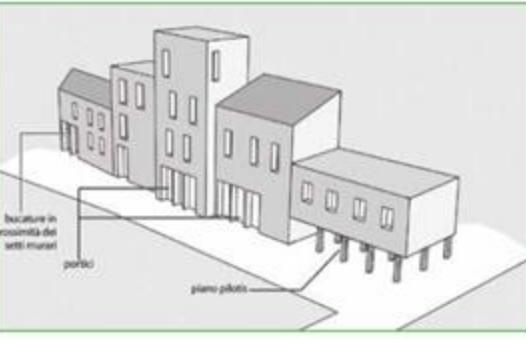
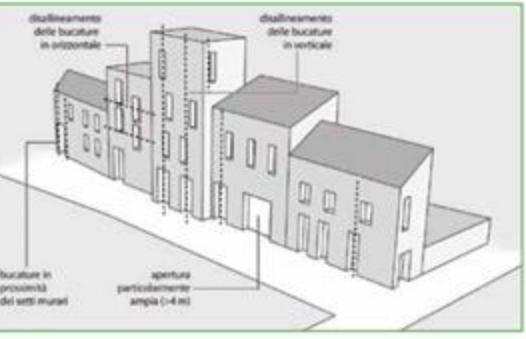
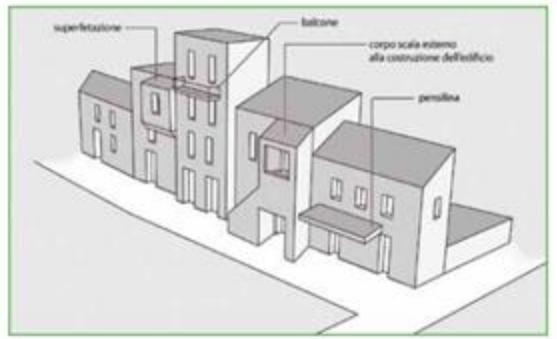


30% US



70% US

Structural aggregate sheet



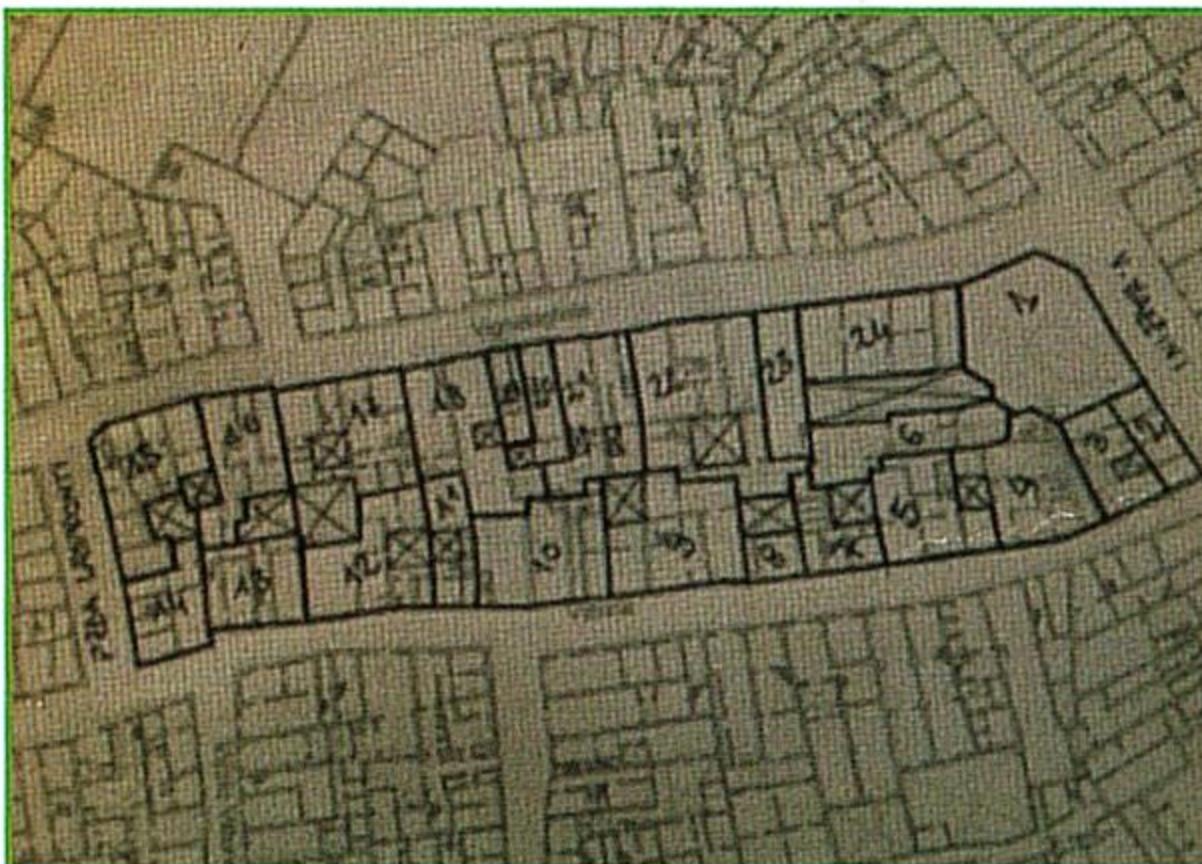
juxtaposed elements

incongruous opening

porticos

over-elevations

structural reinforcements



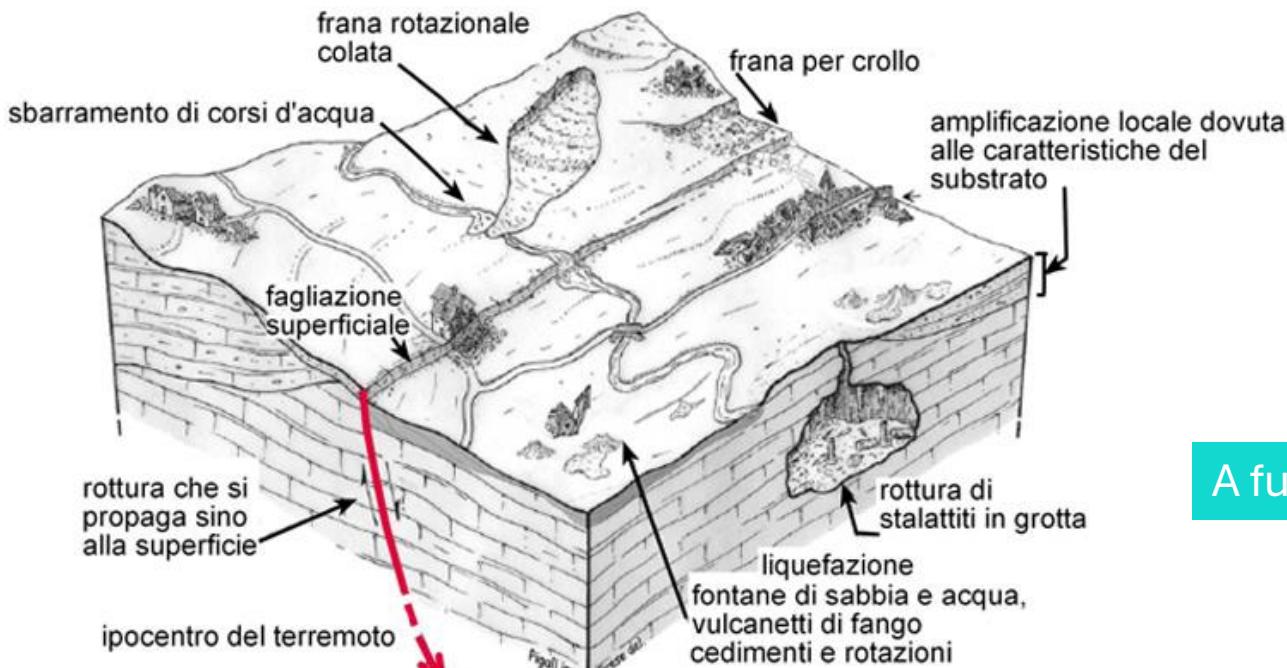
Da C.Carocci, "Conoscere per Abitare", 2008

Structural unit sheet

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

Seismic Microzonation (MS)

The CLE analysis are validated together with the study of the seismic microzonation



effects of the earthquake on the land (from INGV)



Directions and criteria for Seismic Microzonation

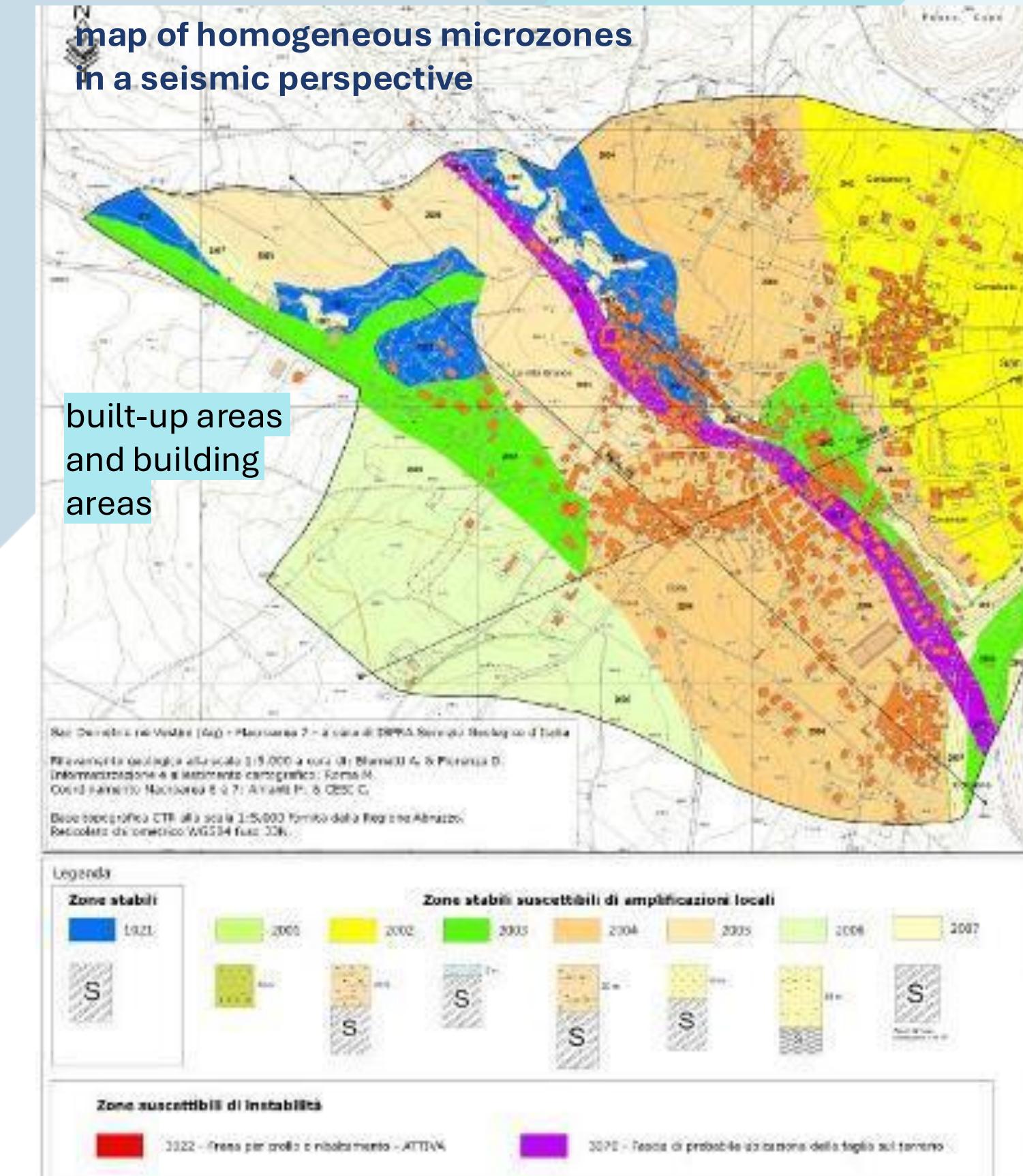
Guidelines for the management of the territory affected by instabilities.

Stable areas The seismic motion is not modified

Stable areas susceptible to amplifications Amplifications of the seismic motion are expected

Unstable areas The expected seismic effects can be traced back to permanent deformations of the territory

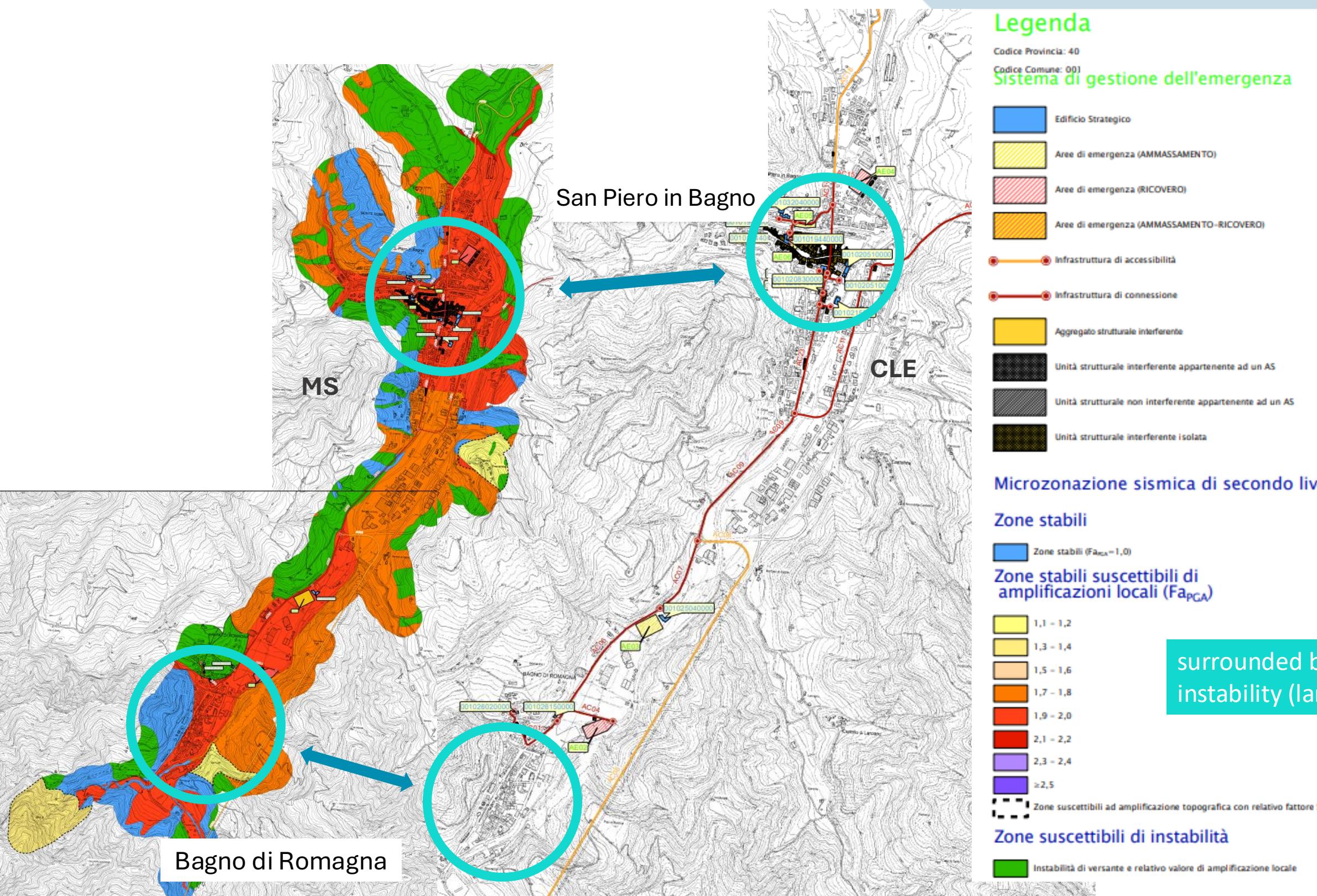
A fundamental informative layer for planning



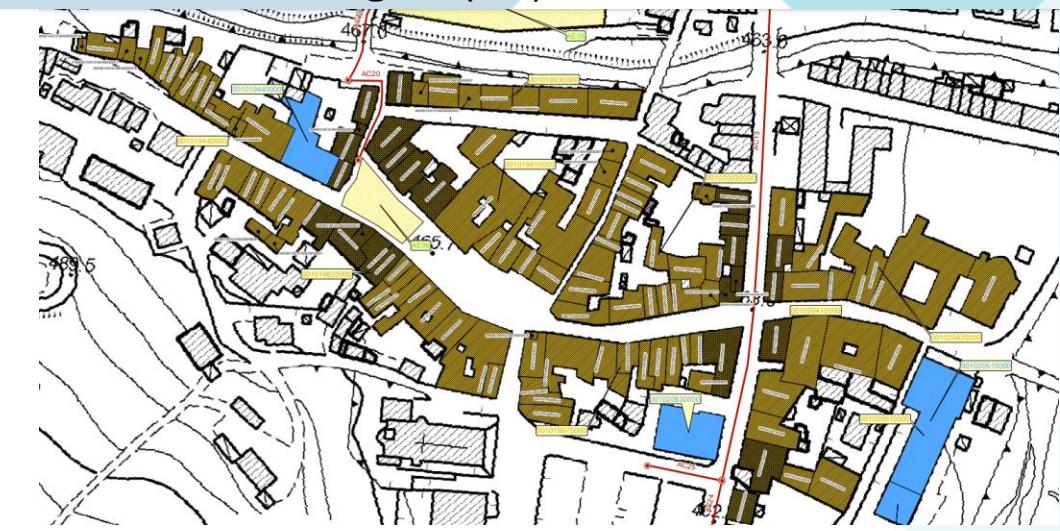
Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

MS + CLE

Bagno di Romagna (FC)



San Piero in Bagno (FC)

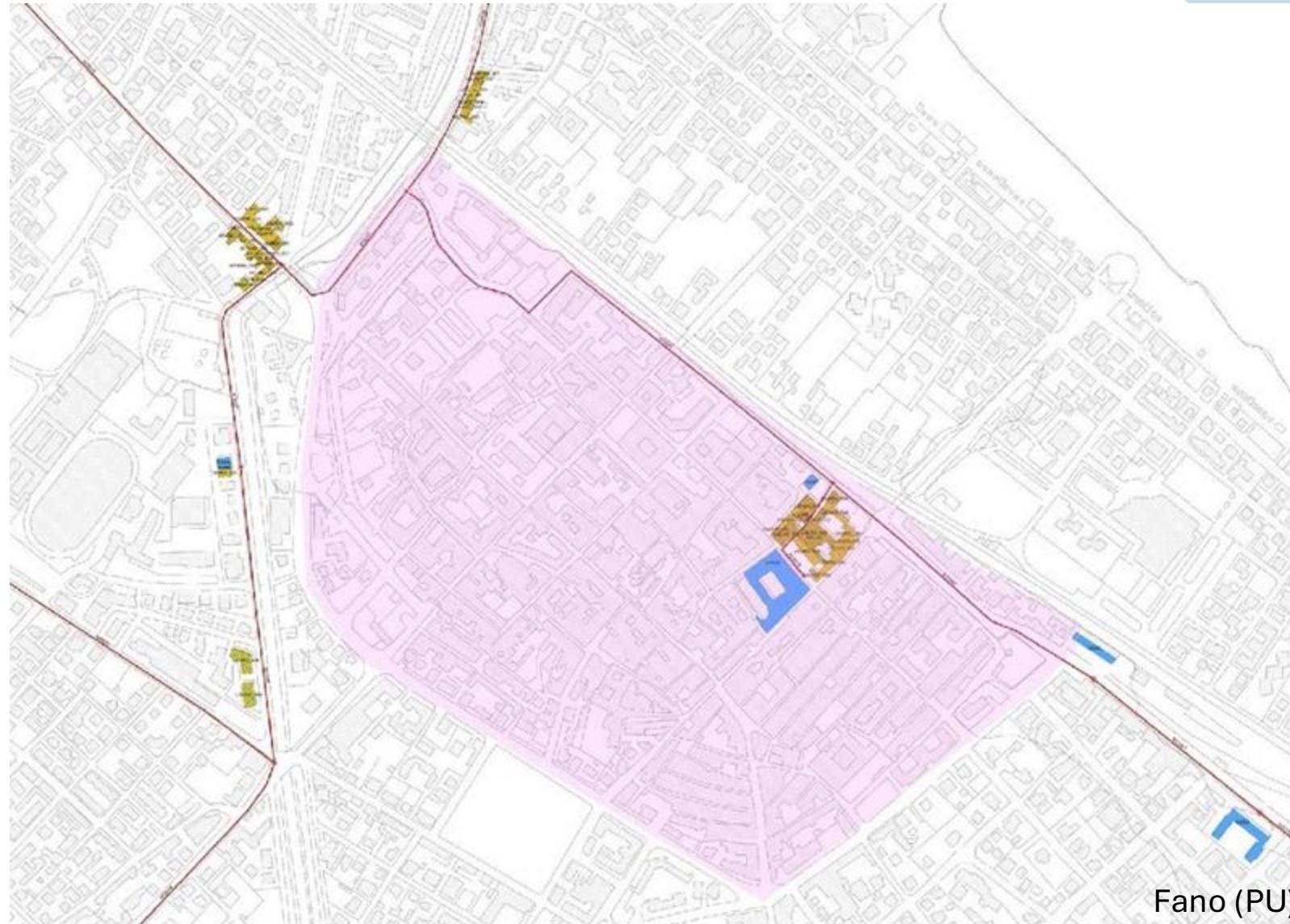


Geological knowledges, associated with urban studies give important indications for urban planning, identifying attention areas where adopt specific measures to build



Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

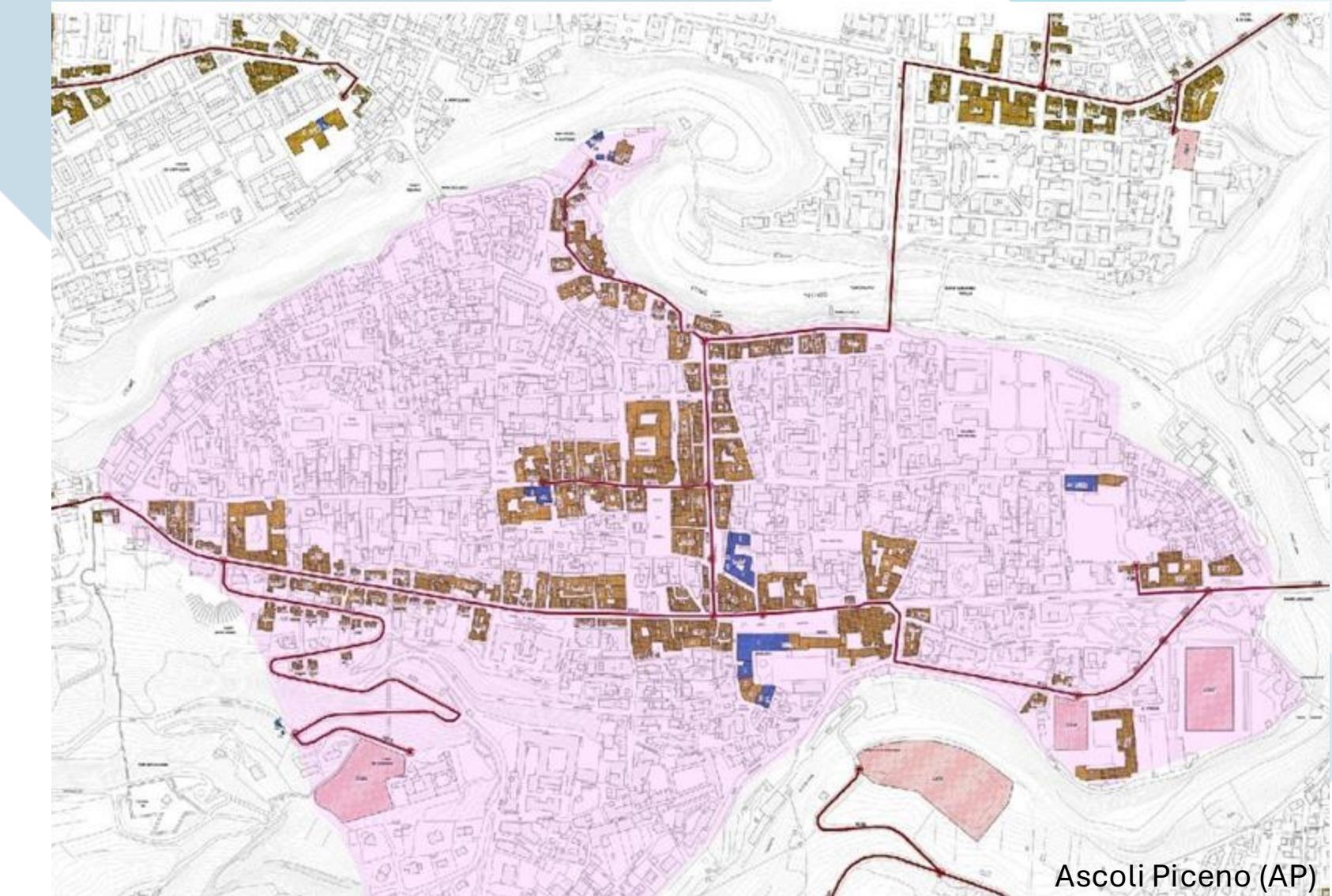
The relation between CLE
and historical centers



The emergency management system **passes adjacent** to the consolidated center(two strategic function) /**Lower urban impact**

Outside

Inside



The emergency management system **passes inside** the consolidated center (6 strategic functions, 3 emergency areas) /**Greater urban impact**

This analysis could be an opportunity to promote interventions, but for sure it is an occasion to have a first mapping of data useful for any other studies and scenario simulations

Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)



inside

Gravina di Puglia (BA)



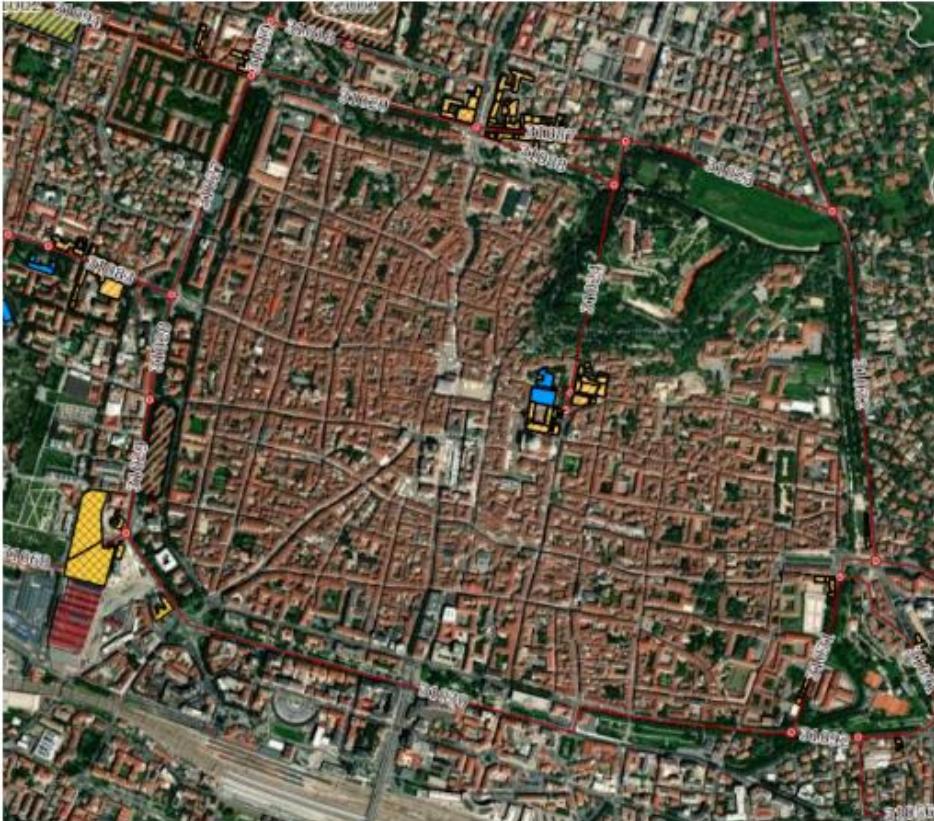
Faenza (RA)



Gubbio (PG)

outside

Brescia (BS)



Villafranca di Verona (VR)



Forlì (FC)



Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

extension and demographic characteristics

FIGURA 1
Castelverrino (IS)

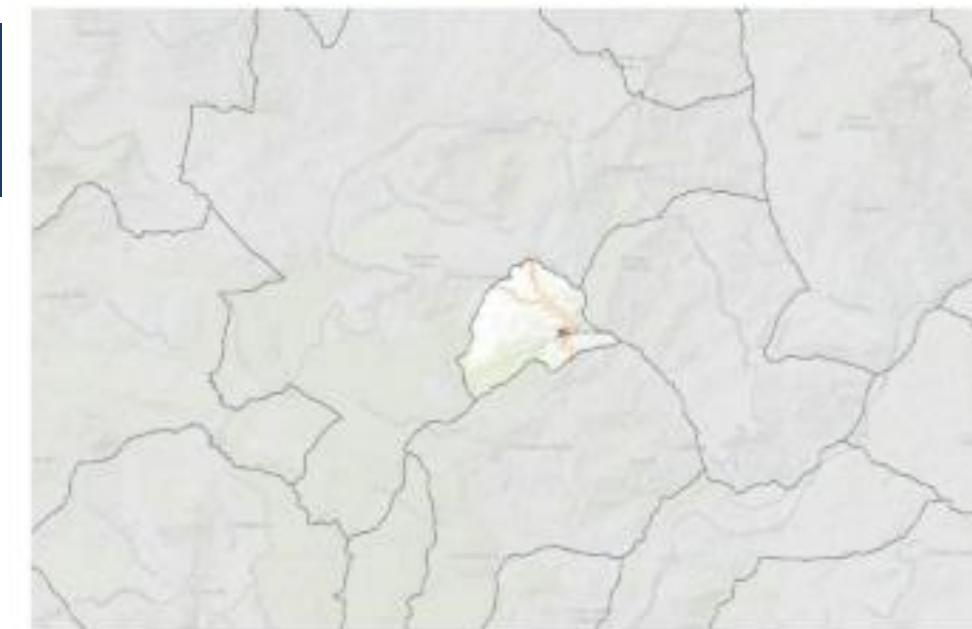


FIGURA 2
Fonte Nuova (RM)

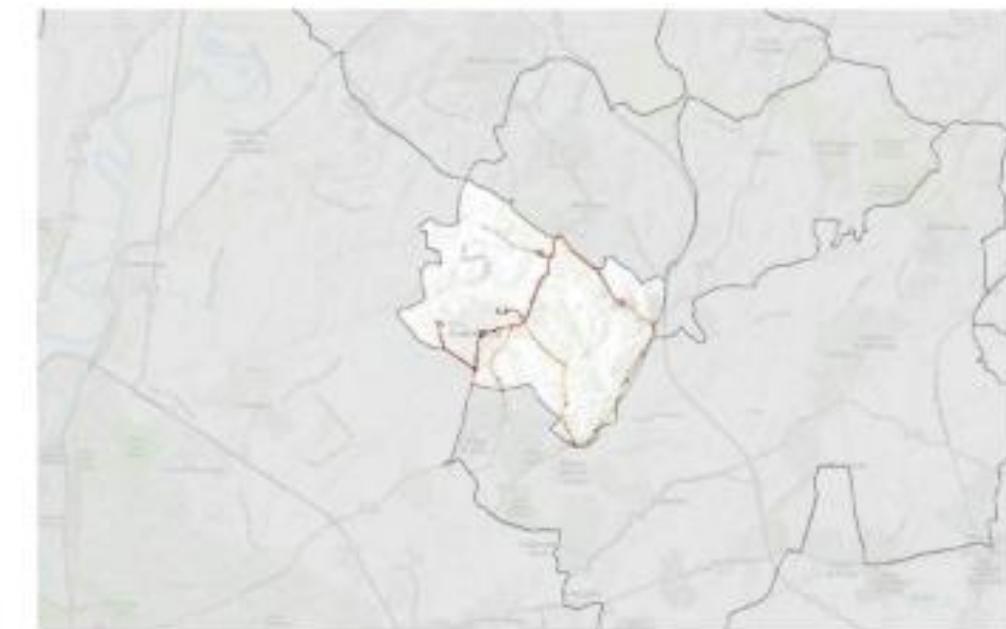


FIGURA 3
Firenze (FI)

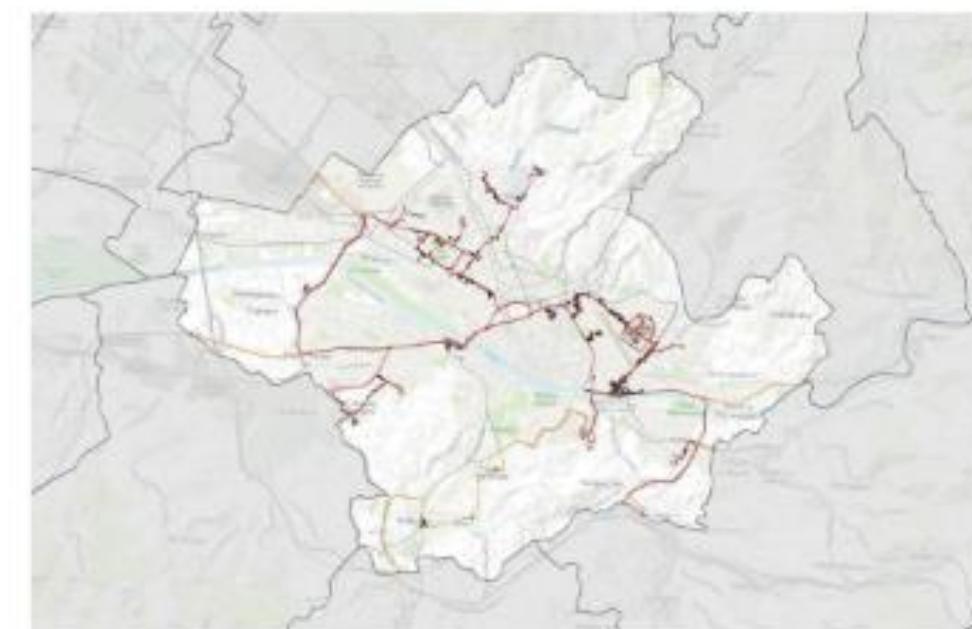
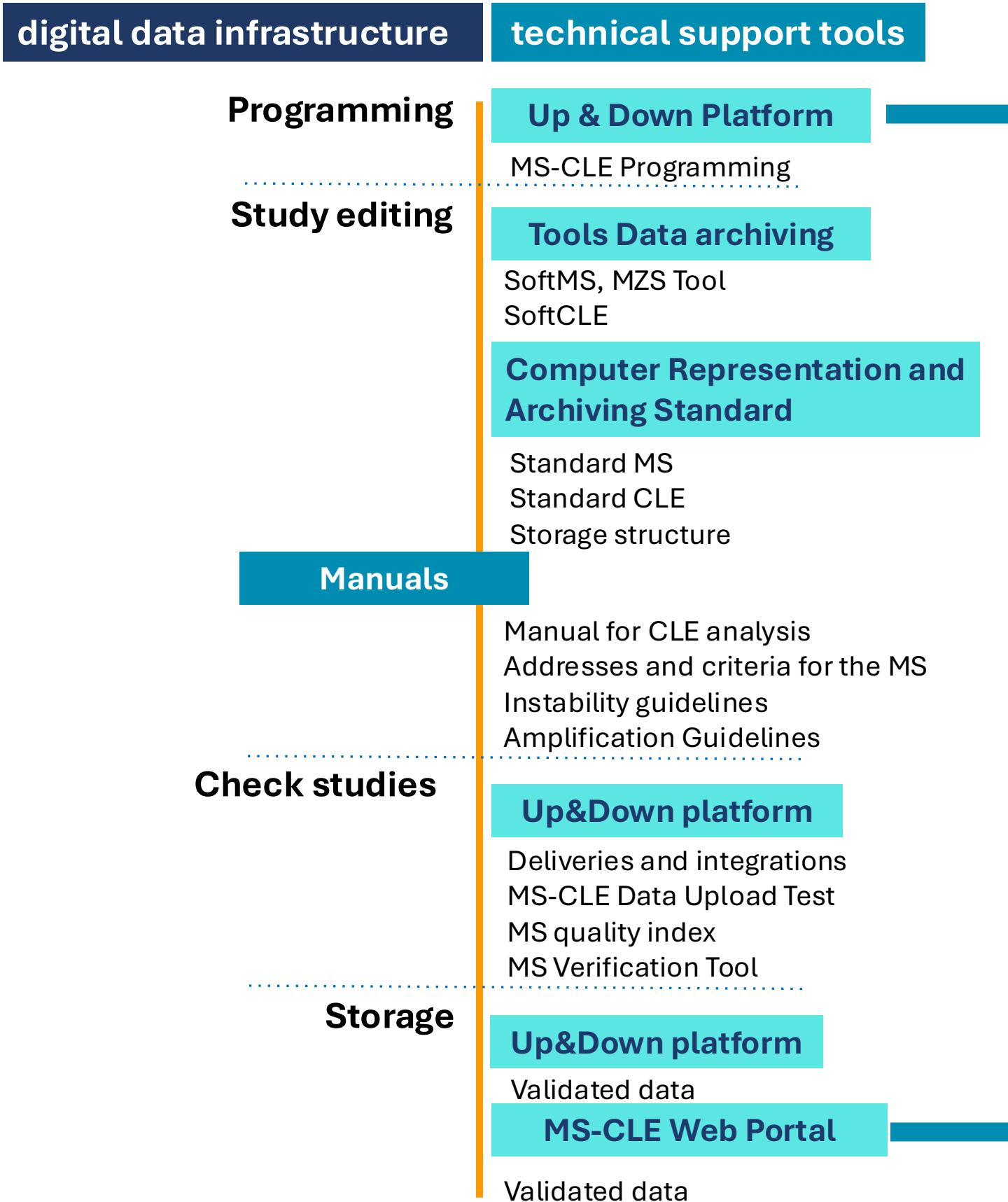


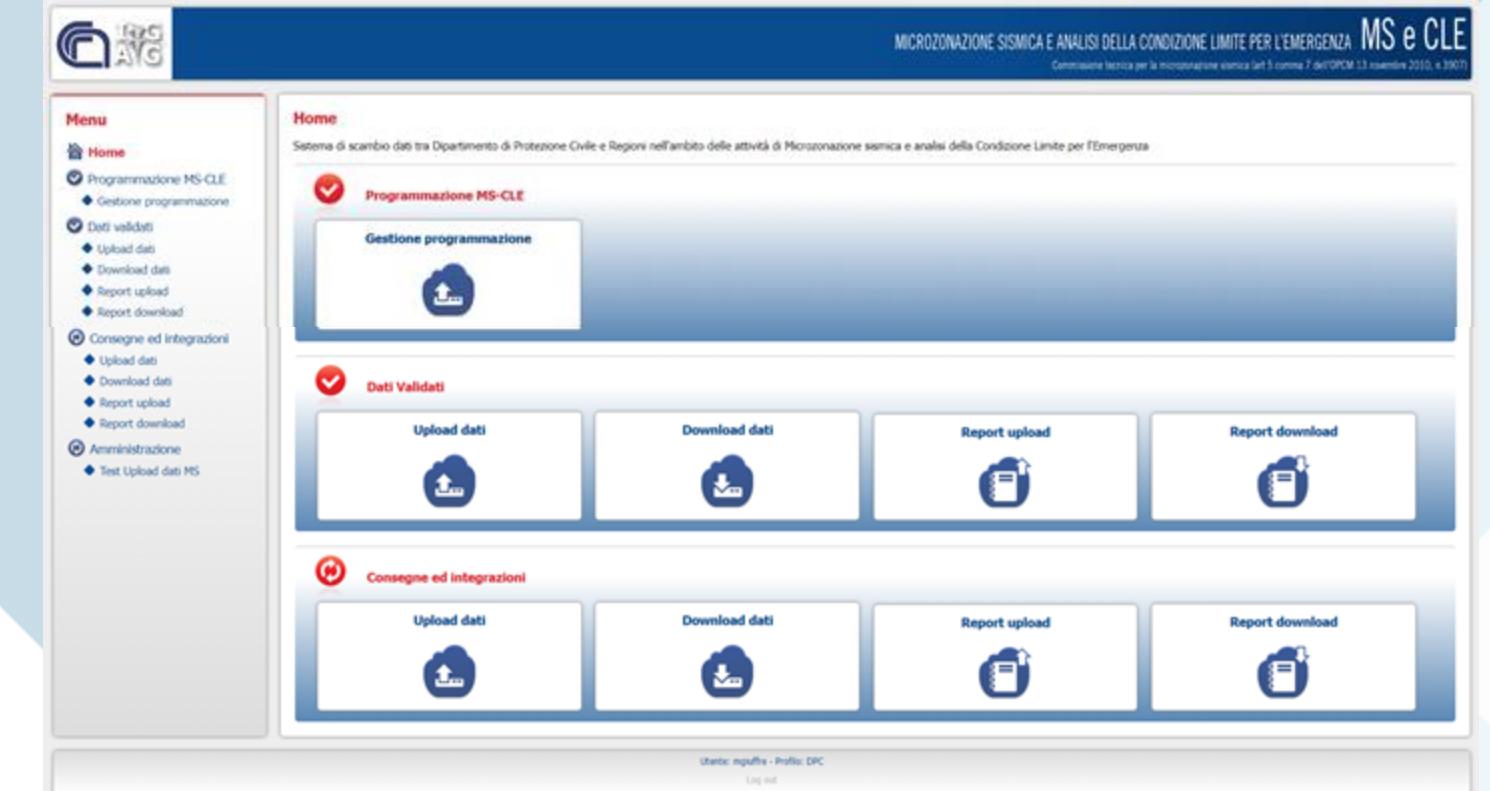
FIGURA 4
Napoli (NA)



Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)



Up&Down Platform
data exchange between
the Civil Protection
Department and the
Regions



MS-CLE Web information
and cartographic GIS
portal, free data
consultation and partial
download

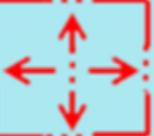


Methodologies and applications: Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)



Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)

It answers the question: " what must resist within a settlement to manage the emergency? "

 multiscalarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Systemic<input checked="" type="checkbox"/> Urban scale<input checked="" type="checkbox"/> Subsequent levels of detail
 interdisciplinarity	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Hazard<input checked="" type="checkbox"/> Vulnerability<input checked="" type="checkbox"/> Exposure
 data sharing	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> Semi-shared process<input checked="" type="checkbox"/> Information technology <p>The relevance of the national plan (art.11) has involved different institutional levels (State, DPC, Regions, Municipalities, professionals). However, the centralized process limits the real connection between all the actors.</p>
 scenario assessment	<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> No systemic evaluation.<input checked="" type="checkbox"/> Only analysis

Methodologies and applications

<i>reference</i>	<i>sector /item</i>	<i>scale</i>	<i>diffusion (indicative data 2024)</i>
seismic microzonation studies (MS I – II – III level)	geology	municipal	Approx. 3.300 municipalities
seismic vulnerability assessments at the aggregate scale	structural engineering	sub municipal (aggregate / urban fabric)	a few dozen historic centres (summary estimates)
studies on vulnerability of urban systems	urban planning	municipal / intermunicipal	some cases (less than 10?)
minimal urban structure (SUM)	urban planning	municipal / intermunicipal	a few dozen
analysis of the Limit Condition for the Emergence of settlements (CLE)	civil protection (with MS studies)	municipal	Approx. 2600 municipalities

Thanks for your attention!

Margherita Giuffrè, Maria Sole Benigni
CNR – Institute of Environmental Geology and Geoengineering

margherita.giuffre@cnr.it
+39 3381121581
www.igag.cnr.it