



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Microzonazione sismica

Principi e linee guida

Stefano Parolai- stefano.parolai@units.it

Indice

- Definizione di Microzonazione Sismica (MS)
- MS: generalità
- Origine degli studi di MS: gli effetti di sito
- Evoluzione della normativa nel tempo
- MS: definizioni utili
- MS: soggetti coinvolti
- MS: principi ed elementi
- MS e suo utilizzo nella pianificazione territoriale e urbanistica
- MS e suo utilizzo nella pianificazione di emergenza
- MS e suo utilizzo nella progettazione di opere

MS: principi ed elementi

MS: principi ed elementi

Volume 1

Parte I: Indirizzi e criteri / Parte II: Linee guida



Parte I: Indirizzi e criteri → descritti i principi e gli elementi per la MS e le modalità di utilizzazione nella pianificazione territoriale, nella pianificazione per l'emergenza e nella progettazione delle opere.

Parte II: Linee guida → vengono descritte alcune procedure per la predisposizione degli studi di MS. Queste procedure, richiamate negli Indirizzi e criteri, rappresentano dei veri e propri strumenti operativi per l'applicazione di alcuni indirizzi e criteri precedentemente espressi.

Riguardano sostanzialmente:

- le modalità di predisposizione delle indagini,
- la stesura della Carta delle indagini prevista dai vari livelli di approfondimento degli studi di MS,
- la stesura delle Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e della Carta di microzonazione sismica (MS),
- la composizione degli abachi per le amplificazioni
- le procedure semplificate per le valutazioni quantitative sulle instabilità di versante e il pericolo di liquefazione.

MS: principi ed elementi

Volume 2

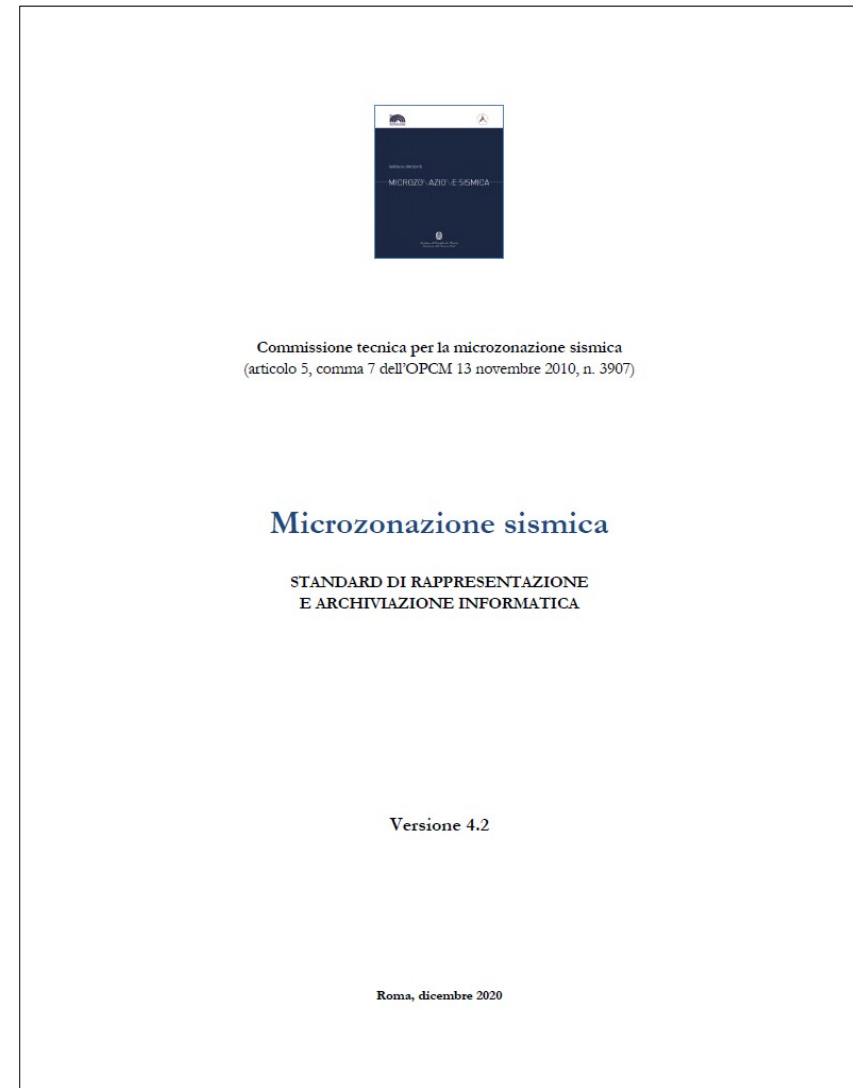
Parte III: Appendici



Parte III: Indirizzi e criteri → sono raccolti materiali di supporto conoscitivo e di approfondimento per l'applicazione degli indirizzi e criteri e delle linee guida. In particolare si trovano:

- schede tecniche,
- abachi di riferimento,
- istruzioni tecniche per indagini geologiche, geofisiche e geotecniche,
- esempi di carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

MS: principi ed elementi



MS: principi ed elementi

Supplemento alla rivista trimestrale



ingegneria sismica
Anno XXVIII - n. 2 - 2011
www.patroneditore.com

A cura di:
Mauro Dolce
Dario Albarello
Silvia Castellaro
Sergio Castenetto
Antonio Colombi
Massimo Compagnoni
Michele Di Filippo
Maria Di Nezza
Claudio Eva
Sebastiano Foti
Guido Martini
Giuseppe Naso
Floriana Pergalani
Filippo Santucci de Magistris
Gabriele Scarascia Mugnozza
Francesco Silvestri

Progetto grafico e Impaginazione:
Omega Graphics Snc
Bologna

Stampa:
L.I.P.E. Tipografia Persicetana,
San Giovanni in Persiceto, Bologna, Giugno 2011

Patron Editore
Via Badini 12, 40057 Quarto Inferiore,
Granarolo dell'Emilia, Bologna
Tel. 051.767003 - Fax 051.768252
www.patroneditore.com
info@patroneditore.com

Introduzione <i>M. Dolce</i>	pag	3
“Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica”: un riferimento per la caratterizzazione sismica del territorio <i>S. Castenetto</i>	pag	6
La carta geologico tecnica per gli studi di MS <i>G. Martini, S. Castenetto, G. Naso</i>	pag	14
Rilievi gravimetrici per la microzonazione sismica (livello 1) <i>M. Di Filippo, M. Di Nezza, G. Scarascia Mugnozza</i>	pag	18
Valutazione degli standard di esecuzione e dell'efficacia delle indagini di sismica attiva e passiva <i>S. Foti, F. Santucci de Magistris, F. Silvestri, C. Eva</i>	pag	23
Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola <i>D. Albarello, S. Castellaro</i>	pag	32
Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1 <i>D. Albarello, S. Castenetto, G. Naso</i>	pag	63
Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l'utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi <i>A. Colombi, M. Compagnoni, F. Pergalani</i>	pag	65

Aggiornamento indirizzi e criteri MS → Un mese dopo l'evento sismico del 6 aprile 2009, sulla base degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (nel volume: ICMS; Gruppo di lavoro MS, 2008), è stata realizzata una MS di livello 1 e 3 per tutti i centri abitati dei Comuni della Provincia dell'Aquila che hanno subito un'intensità macrosismica pari o superiore al VII grado MCS.

L'esperienza sul campo a 360° ha reso evidente allo stesso gruppo di lavoro degli ICMS (2008), e non poteva essere altrimenti, l'opportunità di rivisitare metodi e risultati ottenuti, valutarne i margini di miglioramento e avviare un aggiornamento degli Indirizzi e Criteri.

In sintesi il lavoro di revisione e aggiornamento ha riguardato:

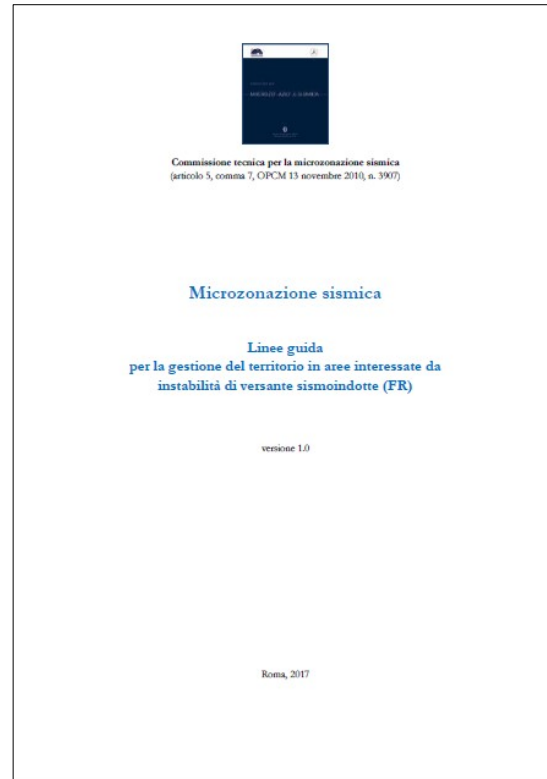
- le procedure per la definizione di una carta geologico-tecnica finalizzata alla microzonazione sismica;
- la ridefinizione del livello 1 di MS e la valutazione del livello di qualità;
- la valutazione degli standard di esecuzione e dell'efficacia in vari contesti geologico-tecnici delle indagini di sismica attiva e passiva (Down Hole, MASW, SASW, ESAC, sismica a rifrazione, ReMi, rumore ambientale);
- l'integrazione delle indagini standard con altri tipi di indagini (es. gravimetria);
- l'utilizzo della MS di livello 3 come strumento discriminante, ai fini della progettazione di singole opere, per l'uso dell'approccio semplificato previsto nella norma o delle analisi specifiche di risposta sismica locale (NTC, 2008 - dato che sono uscite nel 2011).

MS: principi ed elementi

Volumi Specifici



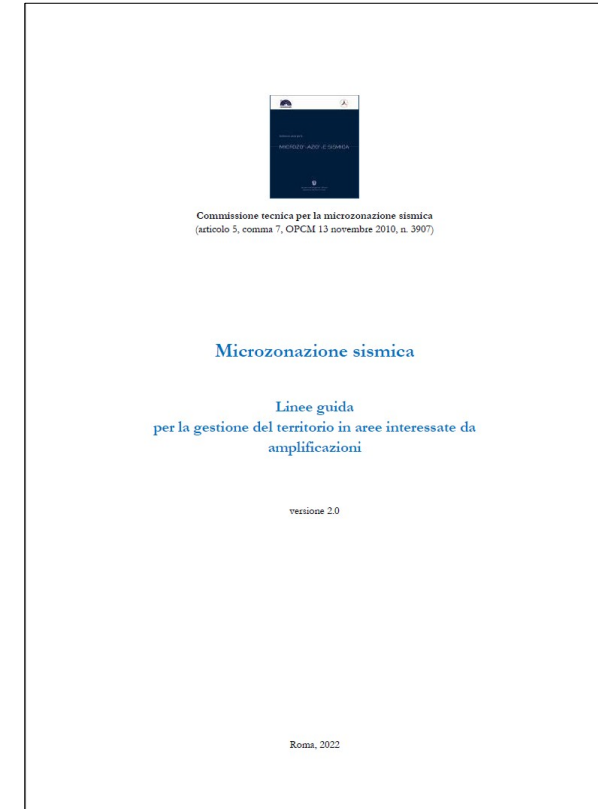
2015: FAC



2017: instabilità versanti



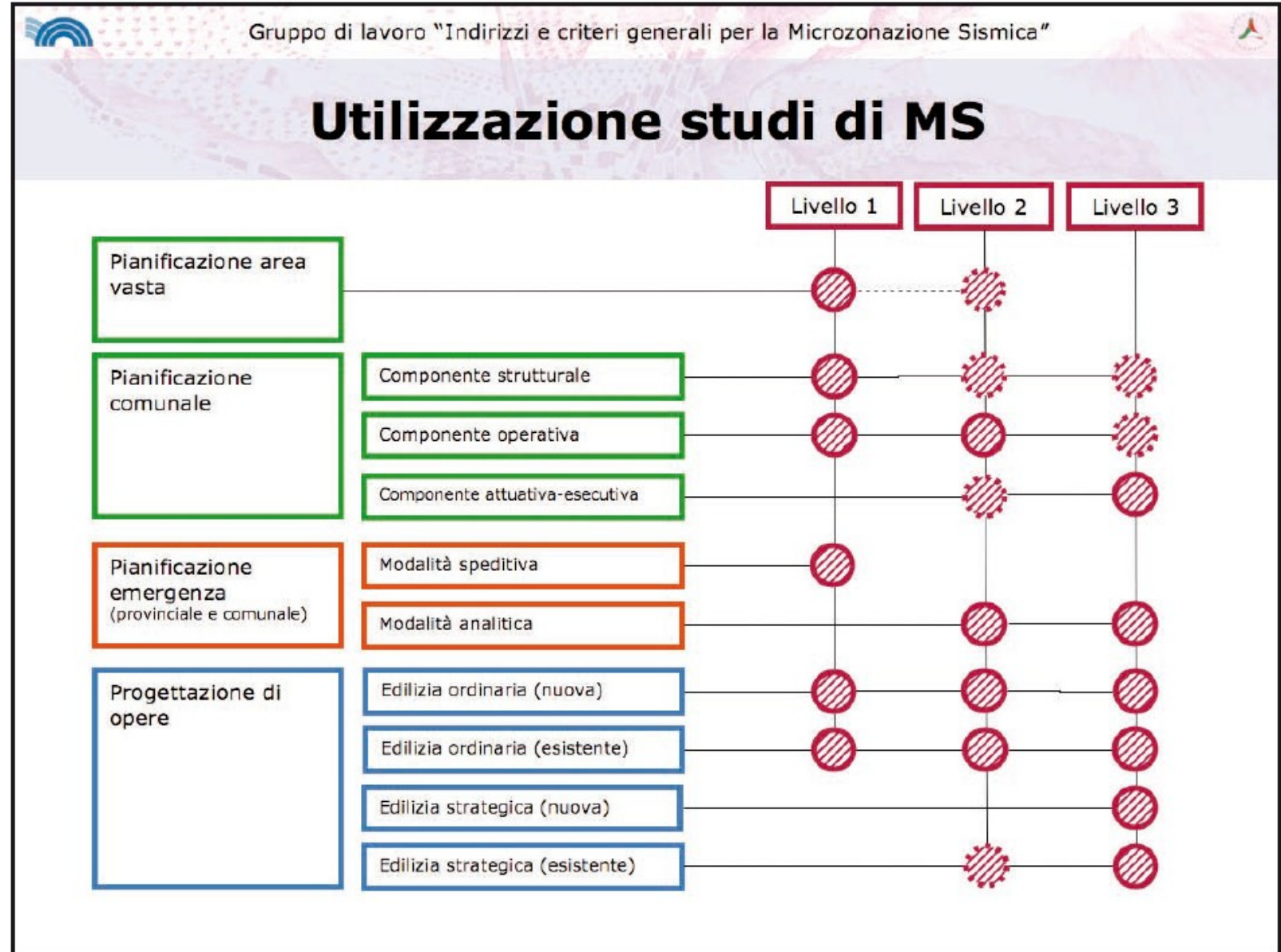
2018: liquefazione



2022: aree interessate da amplificazioni

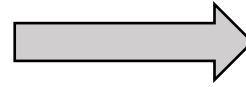
MS: principi ed elementi

- La realizzazione di uno studio di MS è uno strumento conoscitivo dalle **diverse potenzialità**
- Esistono **3 livelli di approfondimento**, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3, e i costi cambiano in base ad essi in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi
- Solitamente le carte di MS sono **rappresentate in scala 1:10000** o se l'area ha estensione ridotta in scala 1:5000
- È indispensabile la **raccolta, l'archiviazione organizzata di dati pregressi**, e, ove necessario, dei dati provenienti da **nuove e specifiche** indagini
- Gli studi di MS **devono essere aggiornati** a seguito di un evento sismico (sulla base dell'analisi della distribuzione dei danni), a seguito di importanti campagne di acquisizione dati, a seguito di nuove scelte strategiche nella pianificazione territoriale, urbanistica o di emergenza



MS: principi ed elementi

- I **dati di base** provengono da varie discipline (geologia, geomorfologia, geologia tecnica, ingegneria geotecnica, geofisica e ingegneria delle strutture) e sono prodotti da varie fonti informative
- I dati di base contribuiscono a costruire il **modello del sottosuolo**, che rappresenta un **prodotto di sintesi** ed è uno **strumento conoscitivo propedeutico** alla redazione della carta di MS



cartografia di base:

- CTR (da preferirsi ad altra cartografia)
- rilievo aerofotogrammetrico a scala comunale

le cartografie tematiche di riferimento:

- carte geologiche
- carte litotecniche
- carte geologico-tecniche
- carte geomorfologiche
- carte di dissesti

Per valutare amplificazioni

DATI DI BASE	METODI DI INDAGINE RACCOMANDATI
Input sismico di riferimento	Analisi di pericolosità di base e/o dati strumentali
Morfologia del sito	Modello digitale del terreno, cartografia topografica di dettaglio
Litostratigrafia	Rilevamento geologico, sondaggi
Profondità bedrock sismico e morfologia sepolta	Sondaggi, sezioni geologiche 2D, indagini geofisiche
Falda acquifera	Sondaggi, indagini geoelettriche
Caratterizzazione geotecnica e geomeccanica	Analisi geomeccaniche, prove in sito, prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT
Profilo V_s	Down-Hole, Cross-Hole, sismica a rifrazione, SASW, MASW, <i>arrays</i> sismici, correlazioni con proprietà geotecniche
Periodo fondamentale	Misure di microtremiti
Caratterizzazione proprietà dinamiche dei terreni	Colonna risonante, taglio torsionale ciclico, taglio semplice ciclico con doppio provino

MS: principi ed elementi

Per valutare instabilità di versante

DATI DI BASE	METODI DI INDAGINE RACCOMANDATI
Scuotimento in superficie	Analisi di pericolosità di base e locale e/o dati strumentali
Carta delle pendenze	Rilevamento topografico, modello digitale del terreno, cartografia topografica di dettaglio
Litostratigrafia ●	Rilevamento geologico, sondaggi
Caratterizzazione geotecnica	Prove standard di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT
Modello di frana	Fotointerpretazione, rilevamento geologico e geomorfologica, indagini geotecniche e geofisiche in sito (sondaggi, profili sismici a rifrazione, ...)
Falda acquifera	Sondaggi, indagini piezometriche
Resistenza dei terreni rispetto alla stabilità	Prove standard di laboratorio, correlazioni con prove in sito (SPT e CPT), prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice ciclico.

Per valutare suscettibilità a liquefazione

DATI DI BASE	METODI DI INDAGINE RACCOMANDATI
Scuotimento in superficie	Analisi di pericolosità di base e locale e/o dati strumentali
Magnitudo	Catalogo dei terremoti
Litostratigrafia ●	Sondaggi
Caratterizzazione granulometria e geotecnica	Prove standard di laboratorio, correlazioni con in sito (SPT e CPT), prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice ciclico.
Idrogeologia	Indagini piezometriche
Resistenza dei terreni rispetto alla liquefazione	Prove standard di laboratorio, correlazioni con prove in sito (SPT e CPT), prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice ciclico.

Per valutare faglie attive e capaci

DATI DI BASE	METODI DI INDAGINE RACCOMANDATI
Traccia in superficie	Rilevamenti in situ, interpretazione foto aeree
Litostratigrafia ●	Sondaggi, analisi geotecniche, analisi paleosismologiche
Dislocazioni e rotture per faglia	Analisi paleosismologiche
Andamento faglie in profondità	Analisi paleosismologiche, indagini geofisiche
Datazioni dei movimenti	Radiometria

Per valutare cedimenti differenziali

DATI DI BASE	METODI DI INDAGINE RACCOMANDATI
Traccia in superficie	Rilevamenti in situ, interpretazione foto aeree
Litostratigrafia ●	Sondaggi, prove geotecniche
Geometria del contatto	Indagini geotecniche, geofisiche e sismica a rifrazione

MS: principi ed elementi

La modalità di presentazione dei dati, dei risultati e delle metodologie di elaborazione è standardizzata per:

- rendere confrontabili gli studi in aree diverse
- facilitare il controllo e la validazione
- facilitare l'uso degli studi di MS da parte del progettista e del pianificatore

CAPITOLO	CONTENUTI
1. Introduzione	Finalità degli studi, descrizione generale dell'area, definizione della cartografia di base, foto aeree, immagini da satellite, elenco archivi consultati.
2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento	Metodologia di calcolo, sismicità storica, carte di pericolosità di base, eventuali registrazioni accelerometriche, faglie attive. Questo capitolo è scritto tenendo conto dei dati di base, delle metodologie e dei risultati degli studi messi a disposizione dalle Regioni o dagli enti o Istituti delegati.
3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area	Caratteristiche litostratigrafiche, assetto geologico strutturale, assetto geomorfologico, sezioni geologiche e relative cartografie.
4. Dati geotecnici e geofisici	Parametri geotecnici statici e dinamici, unità geotecniche e geofisiche. Specificazione dei dati progressi e di quelli realizzati ex novo.
5. Modello del sottosuolo	Integrazione tra i dati raccolti.
6. Interpretazioni e incertezze	Identificazione delle fonti dei dati, rappresentatività e incertezze, punti forti e deboli, programmazione per future indagini.
7. Metodologie di elaborazione e risultati	Elaborazione dei dati di base per: amplificazioni; instabilità di versante; liquefazioni; stima di cedimenti differenziali; faglie attive e capaci.
8. Elaborati cartografici: <i>Carta delle indagini;</i> <i>Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica;</i> <i>Carta di microzonazione sismica.</i>	Modalità di realizzazione delle carte, grado di attendibilità dei risultati e incertezze. Per Le Regioni che richiederanno confronti con la normativa nazionale, discussione sui risultati per questo tema.
9. Confronto con la distribuzione di danni per eventi passati	Se disponibili, confronti con la distribuzione di danni per eventi passati, note sulla vulnerabilità delle strutture coinvolte.
10. Bibliografia	
11. Allegati	

I 3 livelli della MS

MS: principi ed elementi

Livello 1 della MS: propedeutico ai veri e propri studi di MS e obbligatorio, consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio, su una carta in scala 1:5000-1:10000, in microzone qualitativamente omogenee come comportamento sismico.

MS: principi ed elementi

Livello 1 della MS: propedeutico ai veri e propri studi di MS e obbligatorio, consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio, su una carta in scala 1:5000-1:10000, in microzone qualitativamente omogenee come comportamento sismico.

Condizione preliminare: quadro conoscitivo generale, che riguarda un territorio più vasto rispetto a quello in cui si andranno a effettuare gli studi di MS.

MS: principi ed elementi

Livello 1 della MS: propedeutico ai veri e propri studi di MS e obbligatorio, consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio, su una carta in scala 1:5000-1:10000, in microzone qualitativamente omogenee come comportamento sismico.

Condizione preliminare: quadro conoscitivo generale, che riguarda un territorio più vasto rispetto a quello in cui si andranno a effettuare gli studi di MS.

Finalità: 1) individuare aree a minor pericolosità (zone stabili); 2) programmare indagini di approfondimento; 3) individuare aree che necessitano ulteriori livelli di approfondimento.

MS: principi ed elementi

Livello 1 della MS: propedeutico ai veri e propri studi di MS e obbligatorio, consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio, su una carta in scala 1:5000-1:10000, in microzone qualitativamente omogenee come comportamento sismico.

Condizione preliminare: quadro conoscitivo generale, che riguarda un territorio più vasto rispetto a quello in cui si andranno a effettuare gli studi di MS.

Finalità: 1) individuare aree a minor pericolosità (zone stabili); 2) programmare indagini di approfondimento; 3) individuare aree che necessitano ulteriori livelli di approfondimento.

Tabella 1.6-1 - Livello1. Sintesi delle indagini, elaborazioni e prodotti

Indagini	Raccolta dati pregressi: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici e sondaggi
Elaborazioni	Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili
Prodotti	<i>Carta delle indagini</i> <i>Carta geologico-tecnica</i> <i>Carta delle frequenze naturali (f₀) dei terreni</i> <i>Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)</i> Relazione illustrativa della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Deve contenere:

- Localizzazione indagine pregresse raccolte
- Tipo di indagini
- Indicazione aree dove necessario/indispensabile nuove indagini

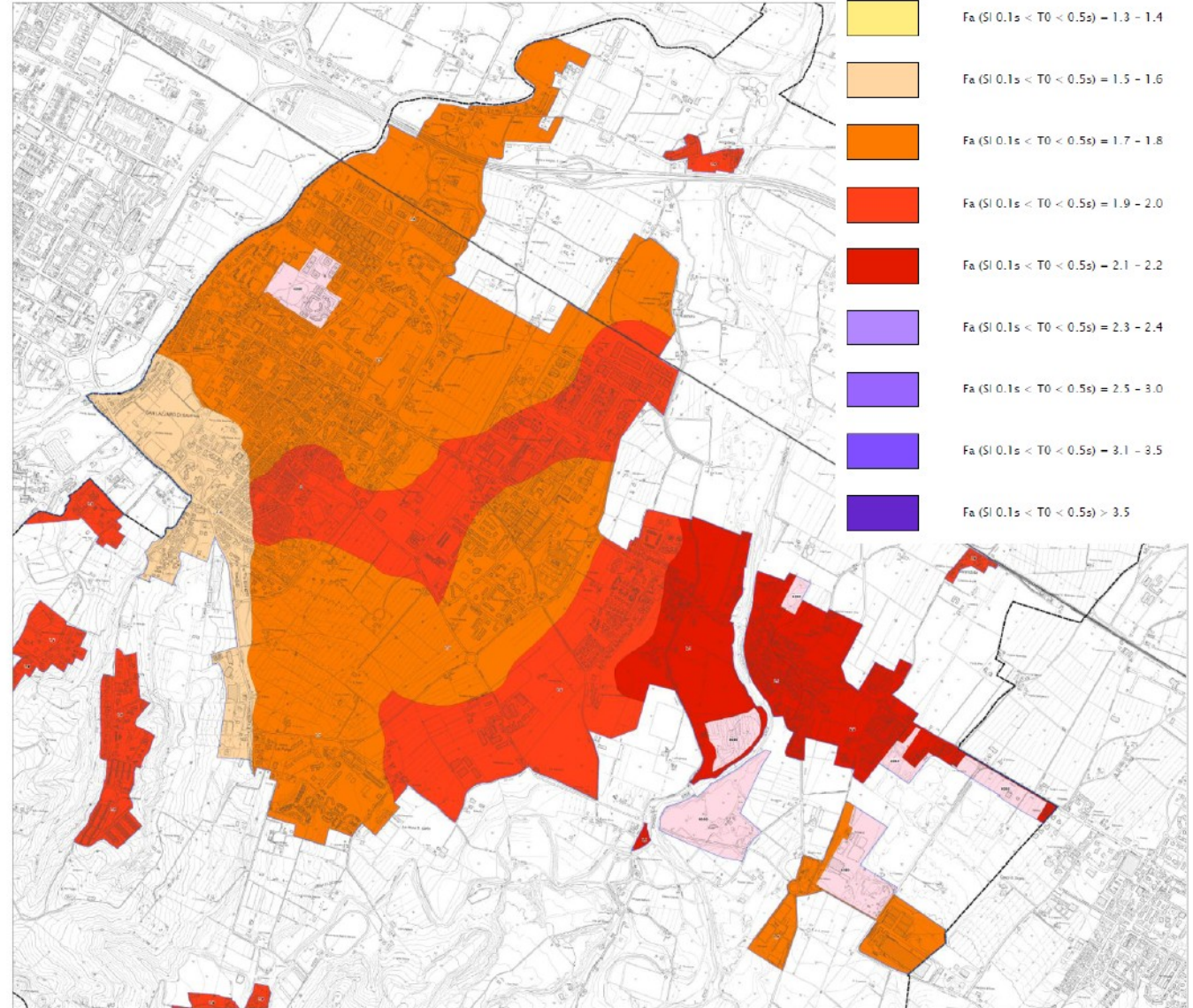
Se non ho indagini pregresse le devo eseguire appositamente.

Deve contenere:

- Zone stabili
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Zone suscettibili di instabilità

MS: principi ed elementi

Livello 2 della MS:



MS: principi ed elementi

Livello 2 della MS: introduce l'elemento quantitativo (effetti di amplificazione stratigrafica 1D - > Fattore di Amplificazione FA) associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini (MASW e/o H/V), ove necessarie, e definisce la Carta di Microzonazione Sismica. Sono escluse dall'analisi aree con possibili effetti di amplificazione 2D o interessate da instabilità.

MS: principi ed elementi

Livello 2 della MS: introduce l'elemento quantitativo (effetti di amplificazione stratigrafica 1D - > Fattore di Amplificazione FA) associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini (MASW e/o H/V), ove necessarie, e definisce la Carta di Microzonazione Sismica. Sono escluse dall'analisi aree con possibili effetti di amplificazione 2D o interessate da instabilità.

Finalità: 1) compensare alcune incertezze del livello 1 (nuove indagini) nelle aree a maggior incertezza; 2) fornire quantificazioni numeriche con metodi semplificati (abachi*) delle modificazioni locali (FA) del moto sismico in superficie e dei fenomeni di deformazione.

* il possibile impiego di abachi semplificati in luogo di procedure più complesse (definite nel livello 3), potrà essere preso in considerazione dopo un'attenta valutazione della congruità del modello semplificato adottato per l'uso degli abachi, con l'effettivo assetto geologico, geotecnico e geofisico del sito. Nelle Linee guida sono riportati alcuni criteri per valutare la validità dei risultati degli abachi.

MS: principi ed elementi

Livello 2 della MS: introduce l'elemento quantitativo (effetti di amplificazione stratigrafica 1D - > Fattore di Amplificazione FA) associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini (MASW e/o H/V), ove necessarie, e definisce la Carta di Microzonazione Sismica. Sono escluse dall'analisi aree con possibili effetti di amplificazione 2D o interessate da instabilità.

Finalità: 1) compensare alcune incertezze del livello 1 (nuove indagini) nelle aree a maggior incertezza; 2) fornire quantificazioni numeriche con metodi semplificati (abachi*) delle modificazioni locali (FA) del moto sismico in superficie e dei fenomeni di deformazione.

* il possibile impiego di abachi semplificati in luogo di procedure più complesse (definite nel livello 3), potrà essere preso in considerazione dopo un'attenta valutazione della congruità del modello

Tabella 1.6-2 - Livello2. Sintesi delle indagini, elaborazioni e prodotti

Indagini	Indagini geofisiche in foro del tipo DH o CH, cono sismico, sismica a rifrazione, analisi con tecniche attive e passive della dispersione delle onde superficiali per la stima di V_s , microtremiti ed eventi sismici.	
Elaborazioni	Correlazioni e confronto con i risultati del livello 1, revisione del modello geologico, abachi per i fattori di amplificazione, abachi e formule empiriche per le instabilità di versante e per la liquefazione.	
Prodotti	<i>Carta delle indagini</i> <i>Carta di microzonazione sismica</i> <i>Relazione illustrativa della Carta di microzonazione sismica.</i>	<i>Carta delle Vs</i> <i>Carta dei fattori FA per diversi intervalli di periodi</i>

Deve contenere:

- Localizzazione indagine pregresse e nuove
- Tipo di indagini
- Indicazione aree dove necessario/indispensabile nuove indagini per ulteriore livello di approfondimento

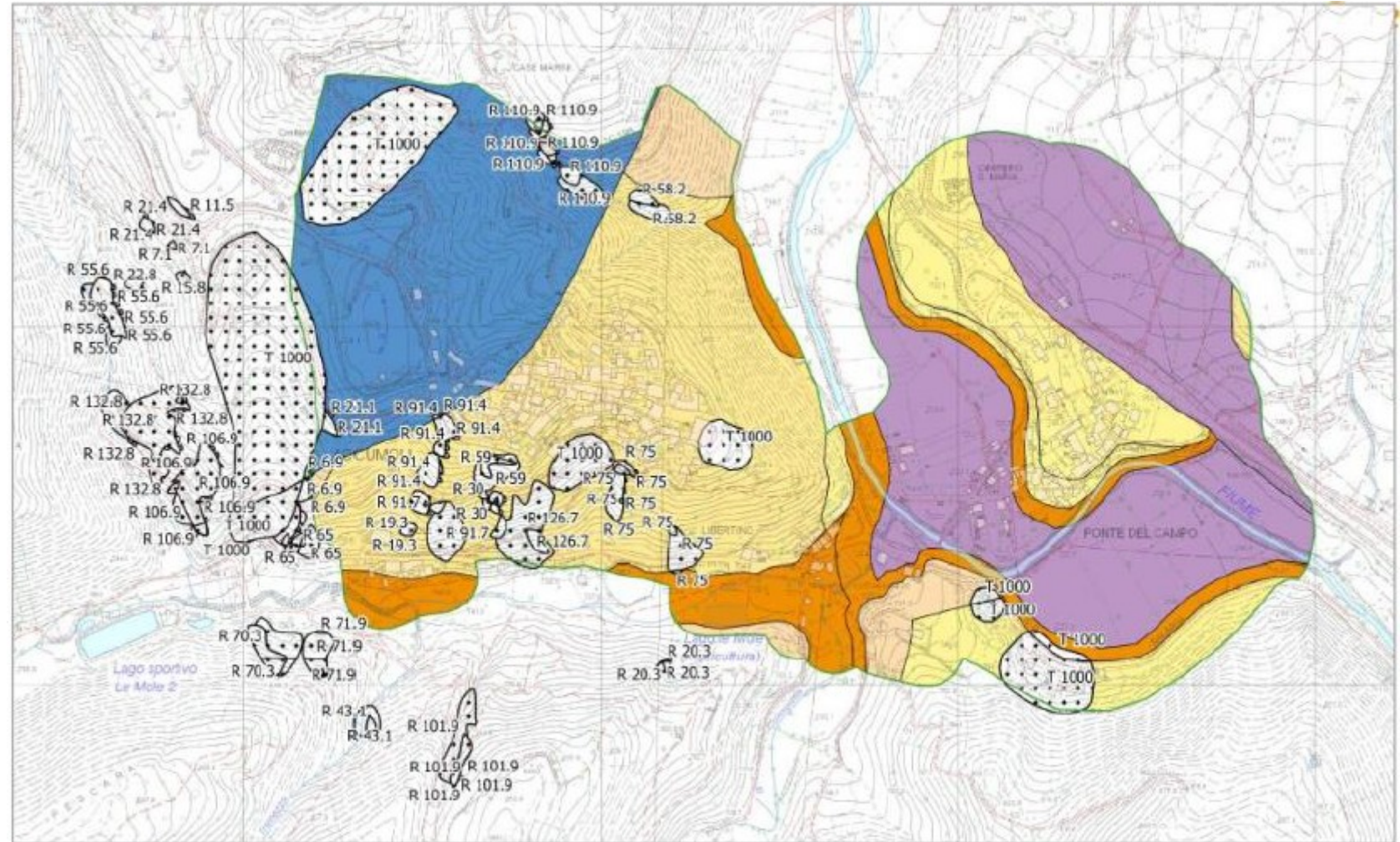
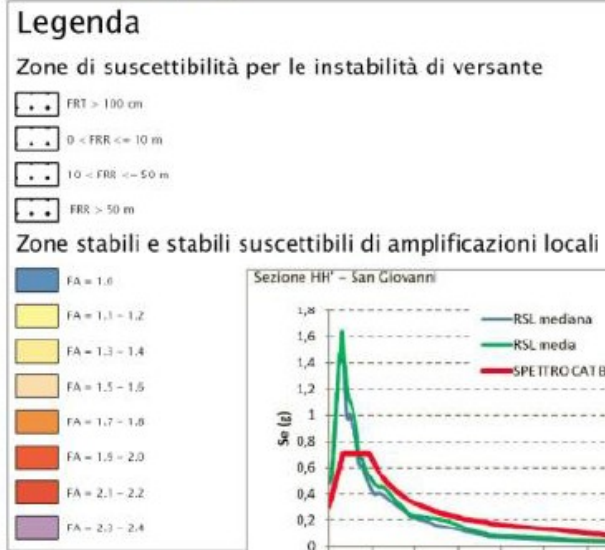
Associa una quantificazione numerica agli effetti in ciascuna area.

Si possono avere carte di livello intermedio:

- Carta delle Zone stabili e Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (da abachi) con fattori di amplificazione per tre periodi di scuotimento e/o da spettri di risposta
- Carta delle zone di deformazione permanente

MS: principi ed elementi

Livello 3 della MS:



Geol. D. Marchetti

Accumuli capoluogo per 0.1-0.5s

MS: principi ed elementi

Livello 3 della MS: restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche particolari, su aree con situazioni geologiche e geotecniche complesse non risolvibili con l'uso degli abachi (per zone suscettibili di amplificazione - possibili effetti di amplificazione 2D) o metodi speditivi (per zone suscettibili di instabilità), o per opere di particolare importanza.

MS: principi ed elementi

Livello 3 della MS: restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche particolari, su aree con situazioni geologiche e geotecniche complesse non risolvibili con l'uso degli abachi (per zone suscettibili di amplificazione - possibili effetti di amplificazione 2D) o metodi speditivi (per zone suscettibili di instabilità), o per opere di particolare importanza.

Richiede indagini abbastanza costose, per cui le indagini di questo livello sono confinate ad aree limitate. Tipico di questo livello è lo studio paleosismologico delle faglie attive e capaci.

MS: principi ed elementi

Livello 3 della MS: restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche particolari, su aree con situazioni geologiche e geotecniche complesse non risolvibili con l'uso degli abachi (per zone suscettibili di amplificazione - possibili effetti di amplificazione 2D) o metodi speditivi (per zone suscettibili di instabilità), o per opere di particolare importanza.

Richiede indagini abbastanza costose, per cui le indagini di questo livello sono confinate ad aree limitate. Tipico di questo livello è lo studio paleosismologico delle faglie attive e capaci.

Qualora gli strumenti di pianificazione consentano la realizzazione di interventi nelle zone suscettibili di instabilità dovranno essere forniti elaborati di quantificazione dei potenziali effetti attesi. Tali valutazioni dovranno essere supportate da indagini sperimentali in sito e in laboratorio e dovranno essere condotte in conformità ai principi e ai metodi della geologia tecnica e dell'ingegneria geotecnica sismica.

MS: principi ed elementi

Livello 3 della MS: restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche particolari, su aree con situazioni geologiche e geotecniche complesse non risolvibili con l'uso degli abachi (per zone suscettibili di amplificazione - possibili effetti di amplificazione 2D) o metodi speditivi (per zone suscettibili di instabilità), o per opere di particolare importanza.

Richiede indagini abbastanza costose, per cui le indagini di questo livello sono confinate ad aree limitate. Tipico di questo livello è lo studio paleosismologico delle faglie attive e capaci.

Qualora gli strumenti di pianificazione consentano la realizzazione di interventi nelle zone suscettibili di instabilità dovranno essere forniti elaborati di quantificazione dei potenziali effetti attesi. Tali valutazioni dovranno essere supportate da indagini sperimentali in sito e in laboratorio e dovranno essere condotte in conformità ai principi e ai metodi della geologia tecnica e dell'ingegneria geotecnica sismica.

Tabella 1.6-3 - Livello3. Sintesi delle indagini, elaborazioni e prodotti

Indagini	Campagne di acquisizione dati sismometrici, sondaggi, prove in foro e in superficie per la determinazione del profilo di V_s sismica a rifrazione, prove geotecniche in sito e di laboratorio, microtremiti.		
Elaborazioni	Analisi numeriche 1D e 2D per amplificazioni, analisi dinamiche complete per la stima delle deformazioni permanenti.		
Prodotti	<i>Carta delle indagini</i> <i>Carta di microzonazione sismica con approfondimenti</i> Relazione illustrativa della Carta di microzonazione sismica con approfondimenti.	<i>Carta delle Vs</i>	<i>Carta dei fattori FA per diversi intervalli di periodi calcolati con RSL</i> <i>Spettri RSL e Risultati analisi instabilità (FS, IL, cesimenti...)</i>

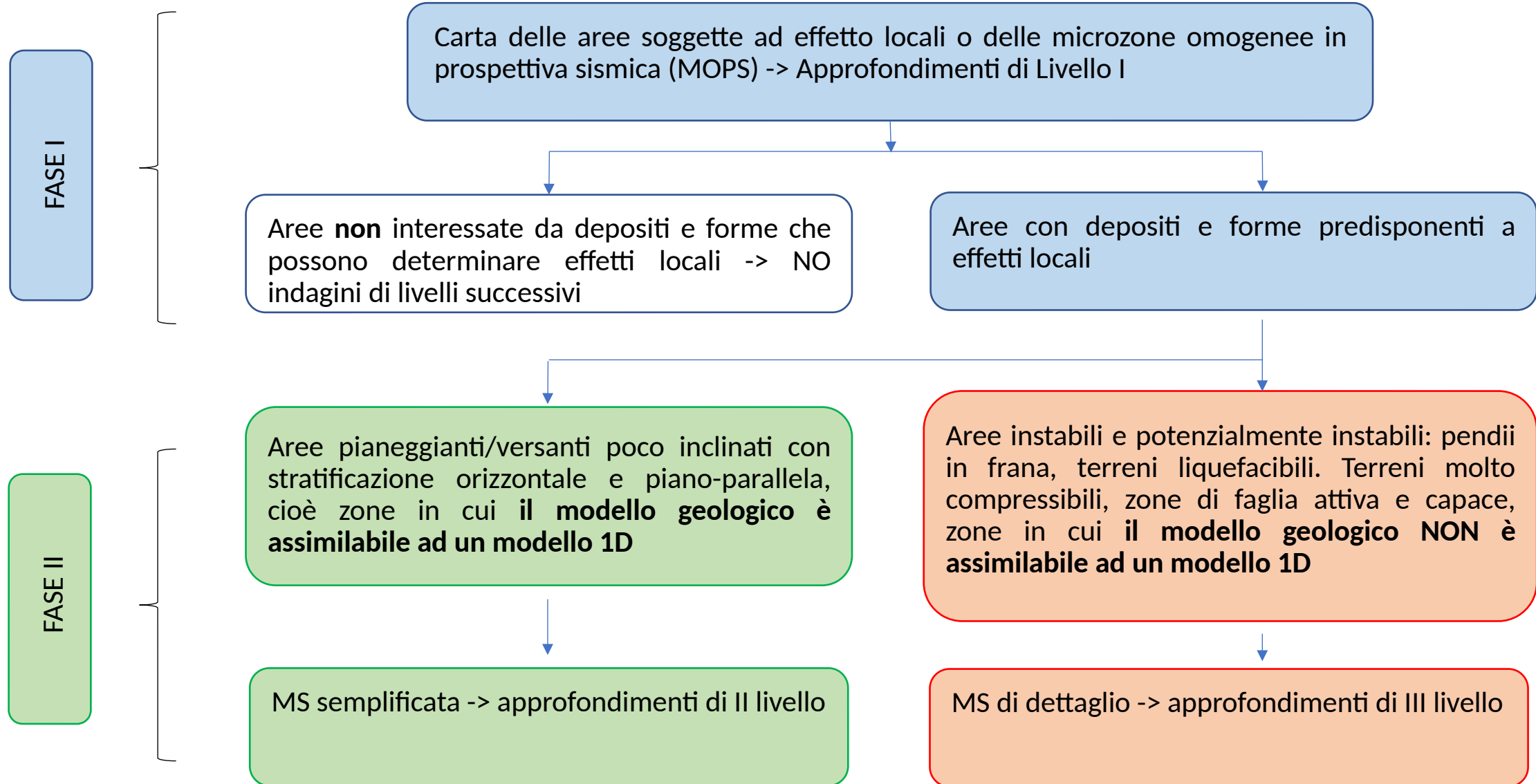
Deve contenere:

- Localizzazione indagine pregresse e nuove
- Tipo di indagini

Aggiornamento della Carta di Microzonazione sismica, solo per le aree investigate, con gli approfondimenti effettuati.

Ogni MOPS deve avere: FA indicati per tre intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s); spettro di risposta elastica e profilo V_s

MS: principi ed elementi



MS: principi ed elementi – il ruolo del geologo

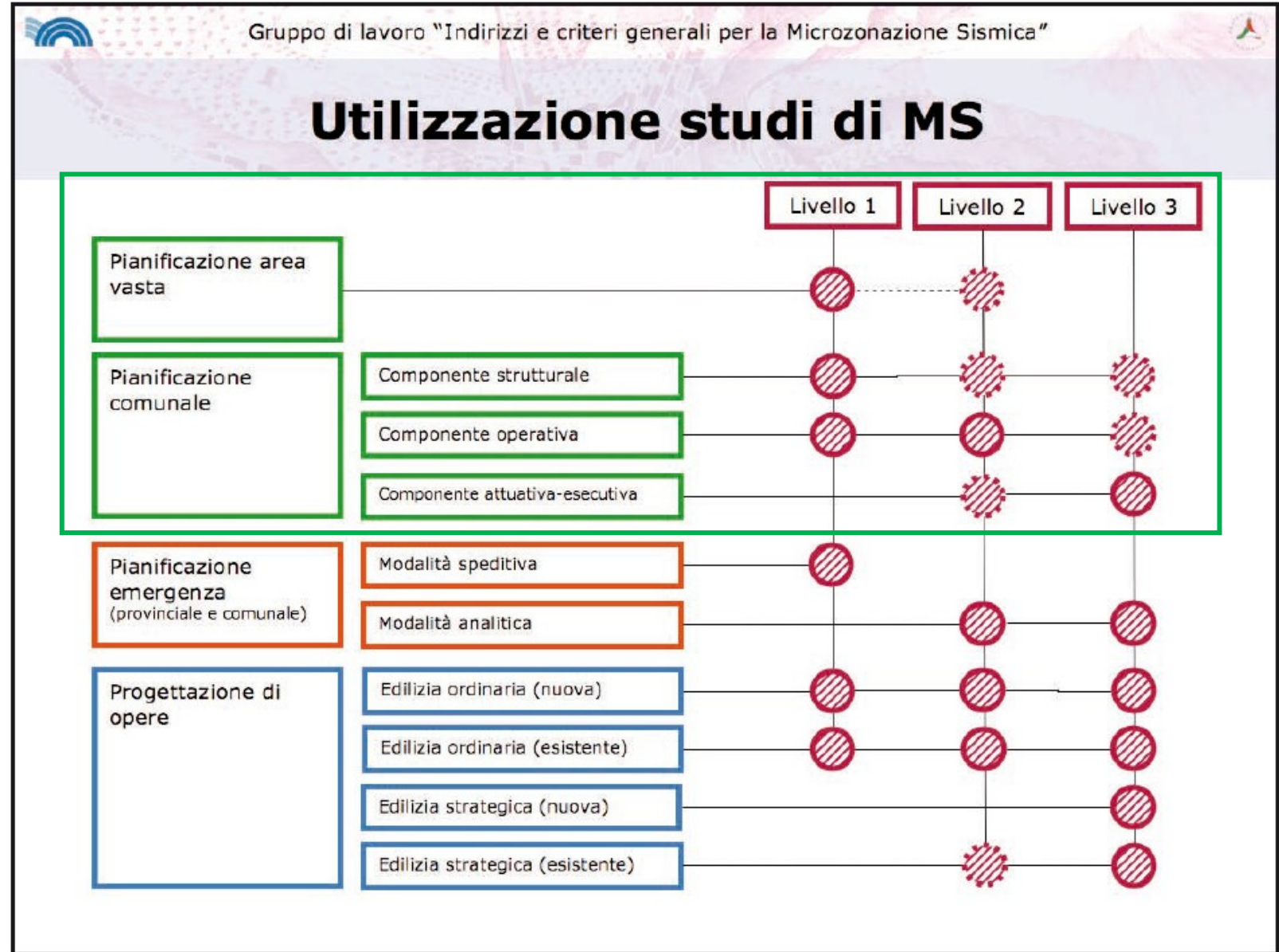
- Livello 1
- a) Raccogliere dati di indagini pregresse e archivarle in Banca Dati
 - b) Realizzare un Modello Geologico Geomorfologico del sottosuolo e di superficie in prospettiva sismica, cioè individuare e cartografare le Zone caratterizzate dalla presenza dello stesso genere di effetti, ad es. amplificazione per assetto stratigrafico o instabilità
 - c) Misure speditive a basso costo (es. HVSR)
- Livello 2
- a) Revisionare le Carte delle MOPS Livello 1 soprattutto per quanto riguarda l'aggiornamento delle indagini esistenti e delle aree soggette a fenomeni di amplificazione 1D
 - b) Caratterizzare ogni MOPS con un numero congruo di misure «leggere» (HVSR, MASW) per vincolare il modello geologico geomorfologico e gestire correttamente le incertezze del modello (es. variabilità di spessori o di caratteri geologico tecnici)
 - c) Applicare gli abachi regionali ed ottenere valori di FA per ogni MOPS.
- Livello 3
- a) Revisionare le Carte delle MOPS Livello 1 e 2 soprattutto per quanto riguarda l'aggiornamento delle indagini esistenti e delle aree soggette a fenomeni di amplificazione 2D e instabilità (frane ecc.)
 - b) Applicare metodi non semplificati ed eseguire indagini mirate
 - c) Caratterizzare ogni MOPS con FA indicati per tre intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s), uno spettro di risposta elastica e profilo Vs

MS e suo utilizzo nella pianificazione territoriale e urbanistica

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Gli studi di MS trovano applicazione:

- a) nella pianificazione di area vasta
- b) nella pianificazione comunale



MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Gli studi di **MS integrano la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico***, nonché forniscono alcuni criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso.

*l'identificazione della **pericolosità sismica locale**, associata alla conoscenza dei diversi **livelli di vulnerabilità degli elementi e dei sistemi esposti**, è determinante per la valutazione delle aree a rischio e, quindi, per introdurre elementi di sicurezza come fattori chiave per lo sviluppo e per le scelte localizzative.

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Gli studi di **MS integrano la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico***, nonché forniscono alcuni criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso.

In funzione delle varie scale e dei vari livelli di intervento, gli studi di MS **saranno condotti su quelle aree** per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile.

*l'identificazione della **pericolosità sismica locale**, associata alla conoscenza dei diversi **livelli di vulnerabilità degli elementi e dei sistemi esposti**, è determinante per la valutazione delle aree a rischio e, quindi, per introdurre elementi di sicurezza come fattori chiave per lo sviluppo e per le scelte localizzative.

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Gli studi di MS integrano la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico*, nonché forniscono alcuni criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso.

In funzione delle varie scale e dei vari livelli di intervento, gli studi di MS saranno condotti su quelle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile.

Gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione urbanistica al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

* l'identificazione della pericolosità sismica locale, associata alla conoscenza dei diversi livelli di vulnerabilità degli elementi e dei sistemi esposti, è determinante per la valutazione delle aree a rischio e, quindi, per introdurre elementi di sicurezza come fattori chiave per lo sviluppo e per le scelte localizzative.

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica



Obiettivi:

- recepisce gli obiettivi di riduzione del rischio sismico se definiti a livello regionale e nazionale;
- assume ed esplicita, per l'ambito territoriale di competenza, metodologie e procedure definite dalla normativa regionale;
- individua ambiti prioritari di intervento e di indagine, nonché i livelli di approfondimento necessari, anche in funzione della programmazione delle risorse;
- concorre alla definizione del quadro conoscitivo del territorio.

Gli studi di livello 1, pur avendo delle forti limitazioni per l'assenza di informazioni quantitative, se realizzati in modo estensivo, sono **da considerarsi strategici per le politiche di riduzione del rischio a scala nazionale**

Gli studi di livello 1, oltre a contribuire alla formazione delle **scelte di livello sovracomunale**, concorrono a definire una **base conoscitiva utile per la pianificazione di livello comunale**

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) potrà essere **sintetizzata, ai fini della pianificazione, secondo il seguente schema**

ZONE	INDICAZIONE SULLE POSSIBILITÀ/MODALITÀ DI TRASFORMAZIONE PER LA PIANIFICAZIONE LOCALE E DI APPROFONDIMENTO DEGLI STUDI
AREE ESCLUSE DA STUDI DI MS	Aree sulle quali è da evitare l'estensione degli studi di MS.
MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	
1. Zone stabili	Non sono indispensabili approfondimenti conoscitivi.
2. Zone stabili suscettibili di amplificazione	Eventuali prescrizioni di approfondimenti conoscitivi (livello 2 e livello 3) anche in funzione delle diverse possibili scelte localizzative. Individuazione dei soggetti realizzatori degli approfondimenti conoscitivi.
3. Zone suscettibili di instabilità	Eventuali prescrizioni di approfondimenti conoscitivi (livello 2 e livello 3) anche in funzione delle diverse possibili scelte localizzative. Individuazione dei soggetti realizzatori degli approfondimenti conoscitivi. Nel caso in cui le aree interessate da tali fenomeni riguardino insediamenti esistenti, queste dovranno rientrare in linee prioritarie di approfondimento (studi di livello 2 e livello 3, associati a valutazioni di rischio di livello opportuno) e di intervento.
3.a Instabilità di versante 3.b Faglie attive e capaci	Eventuali indicazioni di esclusione dalle nuove previsioni insediative. A meno che siano effettuate analisi di dettaglio, comprensive di studi settoriali, urbanistici e di analisi del rischio sismico, estese all'intero contesto territoriale che dimostrino l'impossibilità di prevedere localizzazioni alternative. Eventuali indicazioni di esclusione di realizzazione di nuove opere infrastrutturali. A meno che siano effettuati approfondimenti specifici, valutazioni ed opere necessari a garantire la sicurezza e la durabilità delle costruzioni a livello di progettazione di singoli interventi.
3.c Liquefazioni 3.d Cedimenti differenziali	Nessuna ulteriore prescrizione (oltre a quelle per le zone suscettibili di instabilità).

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica



Obiettivi:

- assume gli studi di MS per la definizione del quadro conoscitivo del territorio comunale;
- definisce obiettivi di riduzione del rischio sismico e integra gli obiettivi e indirizzi eventualmente definiti a livello regionale e provinciale;
- individua ambiti prioritari di intervento e di indagine, nonché i livelli di approfondimento necessari, in considerazione delle scelte di piano e anche in funzione della programmazione delle risorse.

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Definisce:

- le diverse invarianti storico-culturali, ambientali, infrastrutturali e insediative esistenti e di progetto;
- le strategie e gli obiettivi generali di trasformazione;
- gli obiettivi specifici e le politiche di intervento;
- le modalità e gli ambiti di trasformazione;
- le priorità e le fasi del processo di pianificazione al cui interno siano da condurre gli approfondimenti conoscitivi.

Recepisce e integra (da MOPS realizzata da ente di livello territoriale superiore):

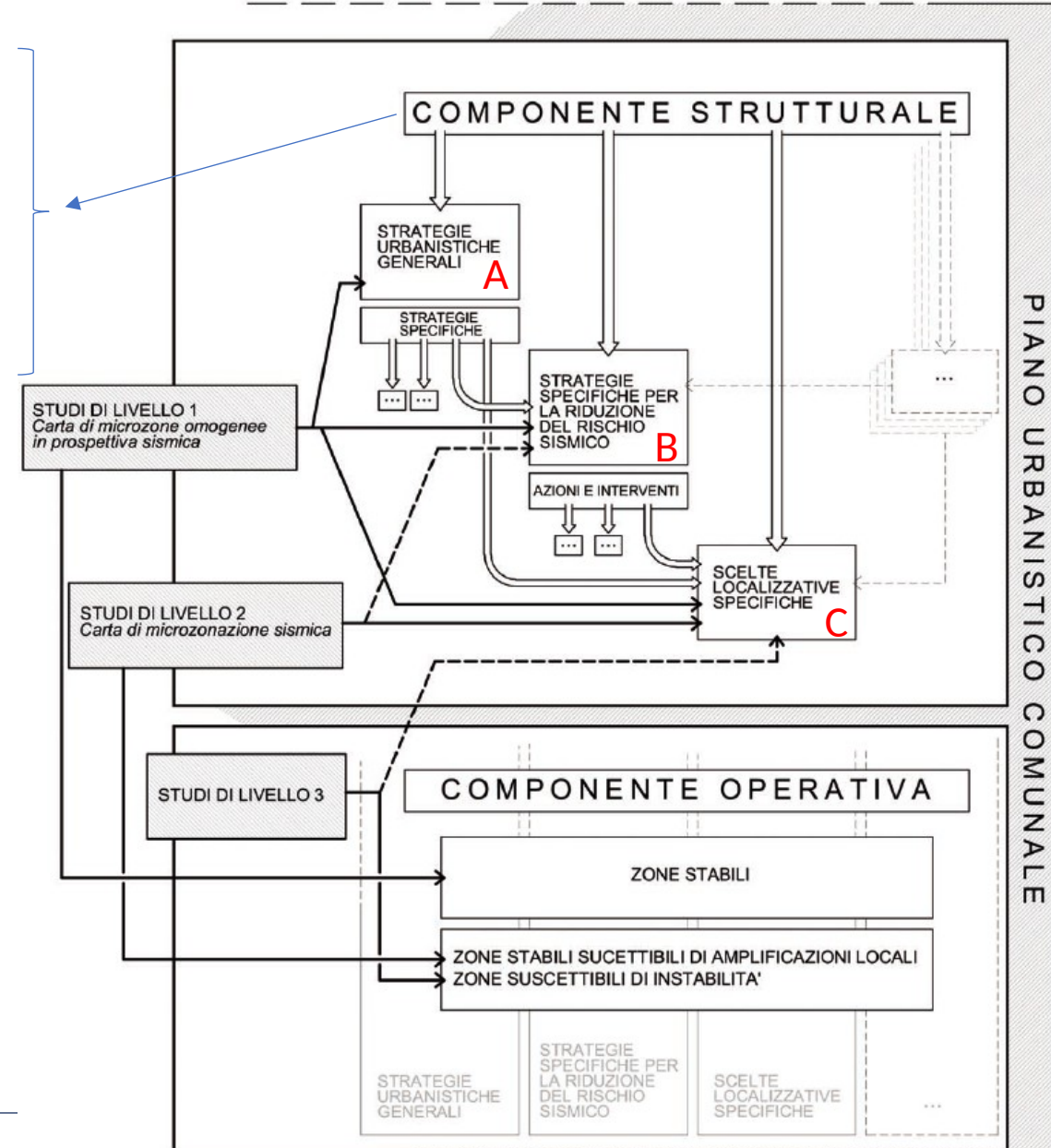
- le priorità in ordine alla mitigazione del rischio sismico;
- le limitazioni legate alle zone suscettibili di instabilità;
- le indicazioni riguardanti gli approfondimenti conoscitivi, contenute in documenti o strumenti di pianificazione di area vasta (piano provinciale o altri piani territoriali) ove esistenti.

Da:

- indicazioni sui soggetti responsabili;
- indicazioni sulle procedure per la realizzazione della MS

Gli studi di MS possono concorrere a:

- A:** strategie urbanistiche generali
- B:** strategie specifiche per la riduzione del rischio
- C:** scelte localizzate specifiche



MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

In particolare, gli studi di MS possono concorrere a:

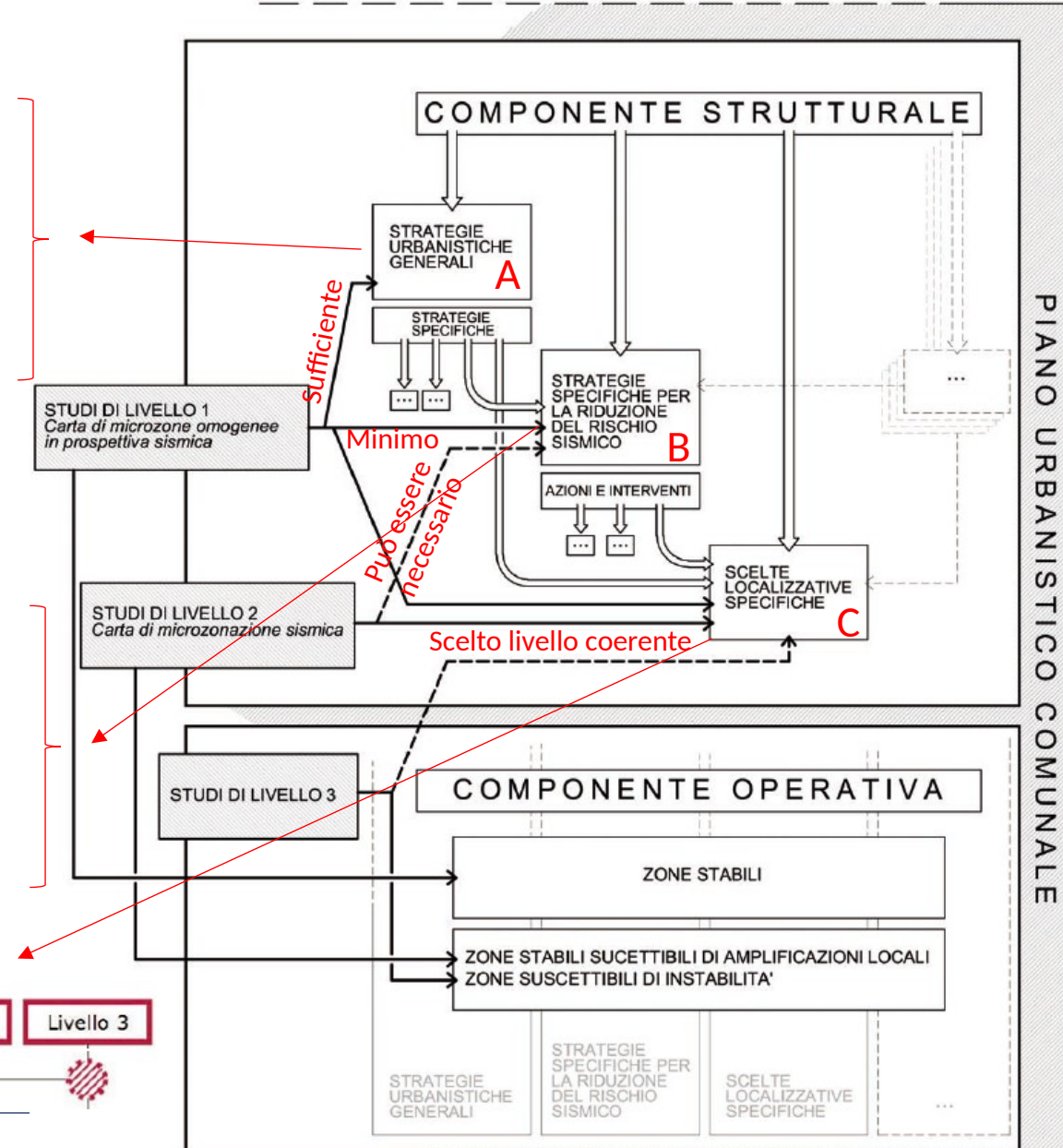
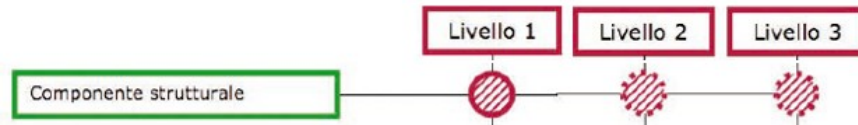
A: strategie urbanistiche generali

- orientando la scelta di aree di nuova previsione;
- definendo gli interventi ammissibili in una data area e le relative modalità;
- orientando la localizzazione degli elementi primari di carattere operativo, logistico e infrastrutturale anche in coerenza con quanto eventualmente previsto nella pianificazione d'emergenza;
- predisponendo eventuali programmi di indagini di approfondimento, e quindi anche
- fornendo indicazioni sulle aree che necessitano di MS2 e/o MS3.

B: strategie specifiche per la riduzione del rischio mediante

- la definizione di priorità di intervento per la mitigazione del rischio in zone edificate;
- l'individuazione dei sistemi urbani per la valutazione della risposta urbana al sisma, il superamento dell'emergenza e l'avvio della fase di ripresa dopo l'evento;
- l'individuazione di aree ad alta esposizione e vulnerabilità al fine della minimizzazione del rischio.

C: scelte localizzate specifiche (es. interventi di espansione o infrastrutture)



MS1 sufficiente

MS1 livello minimo
MS2 può essere
necessario

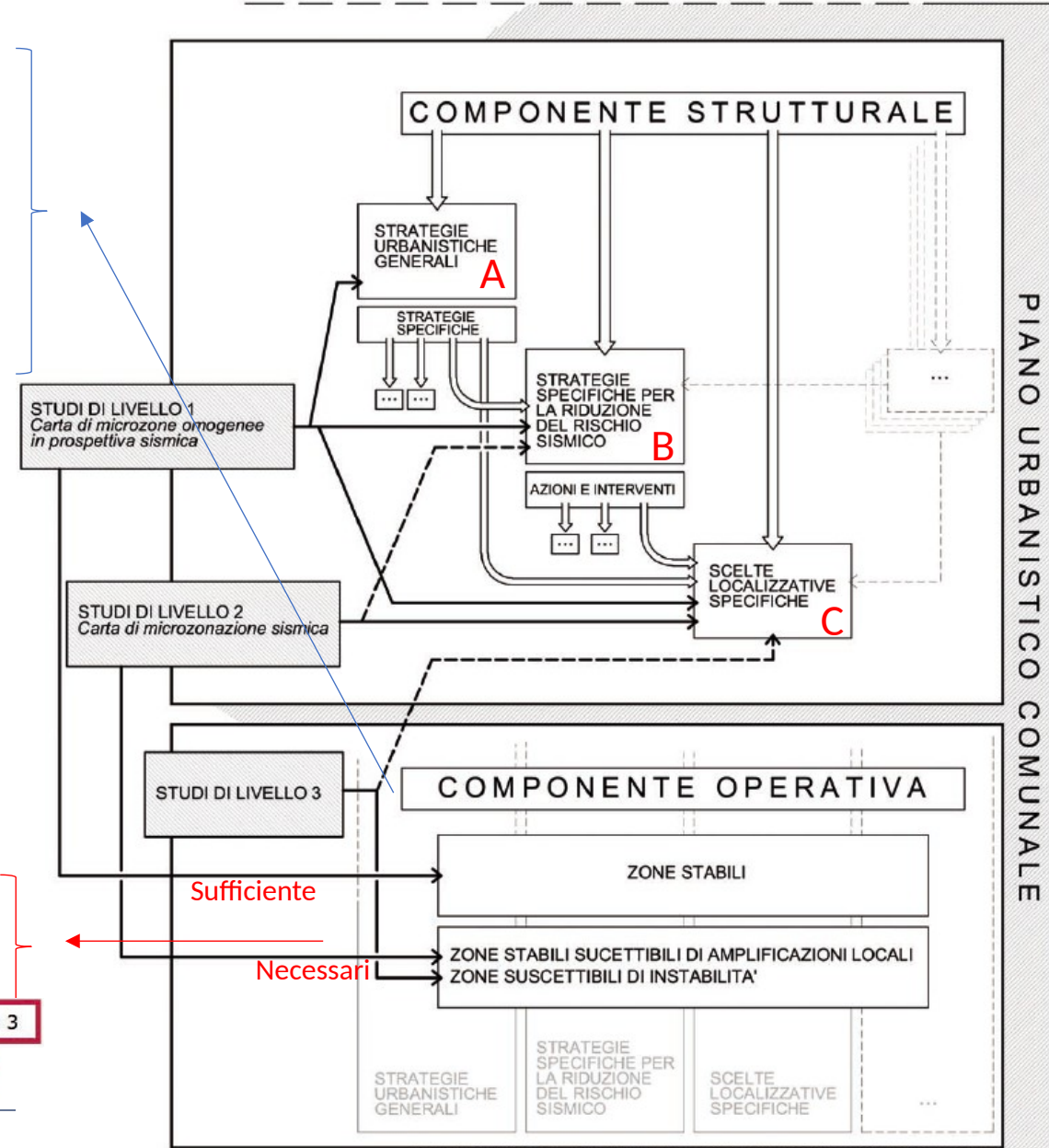
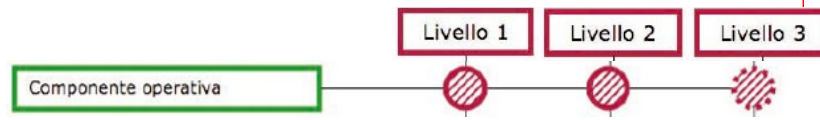
MS coerente
con valutazioni

MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica

Recepisce ed integra quanto definito nella componente strutturale per gli ambiti **A**, **B** e **C**, ed in particolare:

- le strategie e le valutazioni definite con le analisi di rischio in merito a:
 - ✓ aree di nuova previsione;
 - ✓ interventi ammissibili nelle singole aree e alle loro modalità;
 - ✓ modalità di intervento nelle aree già urbanizzate;
 - ✓ contenuti prescrittivi con particolare riferimento alle zone la cui trasformabilità è limitata da condizioni di instabilità così come evidenziato nella Carta MOPS;
 - ✓ Priorità di intervento per edifici strategici e rilevanti;
- le politiche di piano specifiche finalizzate alla prevenzione sismica, diventando strumento specifico di mitigazione del rischio sismico;
- le scelte localizzative per nuovi insediamenti e infrastrutture, definendole in dettaglio e specificandone i limiti territoriali, oltre che tipologia, modalità, numero di prove/indagini da eseguire.

Per tutti e tre gli ambiti **A**, **B** e **C** è sufficiente MS1 se in zona stabile, altrimenti sono necessari studi MS2 o MS3



MS e suo utilizzo: pianificazione territoriale e urbanistica



- Attua quanto definito nella componente operativa per la mitigazione del rischio per i singoli ambiti e per le aree individuate;
- Realizza i programmi di indagine previsti dalla componente operativa;
- Regola gli interventi diretti

l'ente locale si dota della Carta **MS per le aree ad intervento diretto** e la estende a **tutte le zone suscettibili** di amplificazione e suscettibili di instabilità in cui siano previsti interventi

L'ente locale determina altresì le condizioni, attraverso le norme tecniche d'attuazione e il regolamento urbanistico, perché tale Carta diventi uno strumento conoscitivo di riferimento di cui i progetti di nuova edificazione o i progetti di adeguamento o miglioramento per l'edilizia esistente ne debbano tener conto, al fine di verificare con essa la coerenza di quanto rilevato a fini progettuali

MS e suo utilizzo nella pianificazione di emergenza

MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza

Il **Piano di emergenza** è «l'insieme delle procedure operative di intervento da attuarsi nel caso in cui si verifichi l'evento atteso contemplato in un apposito scenario». [Metodo Augustus, 1997 DPC]

Comprende quell'insieme di **attività volte allo sviluppo ed al mantenimento di procedure condivise** finalizzate a prevenire, controllare, gestire, mitigare una condizione di emergenza.



PIANO DI EMERGENZA COMUNALE



MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza

Il **Piano di emergenza** è «l'insieme delle procedure operative di intervento da attuarsi nel caso in cui si verifichi l'evento atteso contemplato in un apposito scenario». [Metodo Augustus, 1997 DPC]

Comprende quell'insieme di **attività volte allo sviluppo ed al mantenimento di procedure condivise** finalizzate a prevenire, controllare, gestire, mitigare una condizione di emergenza.

La **pianificazione per l'emergenza**:

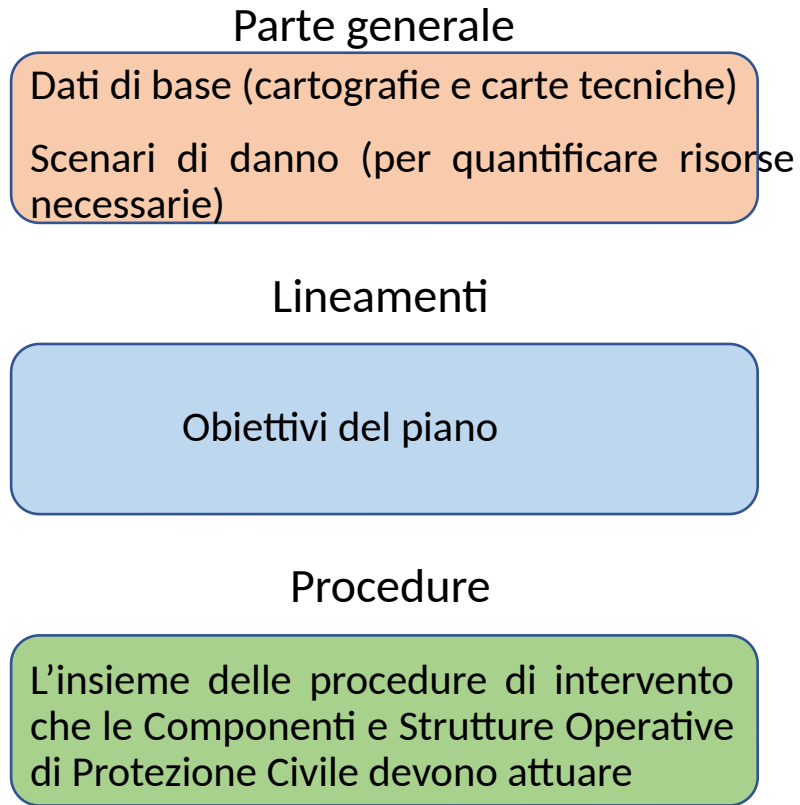
- è definita come **processo di previsione dei rischi** e di **preparazione alle emergenze**, supportato da procedure finalizzate a garantire la preparazione dei soggetti coinvolti nella gestione delle emergenze e all'aggiornamento della pianificazione stessa;
- include **l'attività di esercitazione e di informazione alla popolazione**, nonché il periodico aggiornamento finalizzato a recepire anche le modifiche nelle condizioni d'uso e fisiche del territorio;
- si raccorda inoltre con la **pianificazione urbanistica e territoriale** fornendole indicazioni sugli elementi primari di carattere operativo, logistico ed infrastrutturali;
- indica la **disponibilità di risorse strutturali** per la gestione delle emergenze.



PIANO DI EMERGENZA COMUNALE



MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza



Piano di emergenza

- Dati di base da comuni e regione
- Scenari di danno che possono interessare l'intera provincia
- Procedure per attivare Componenti e Strutture Operative a livello provinciale
- Procedure per coordinarsi con i livelli regionali e nazionali

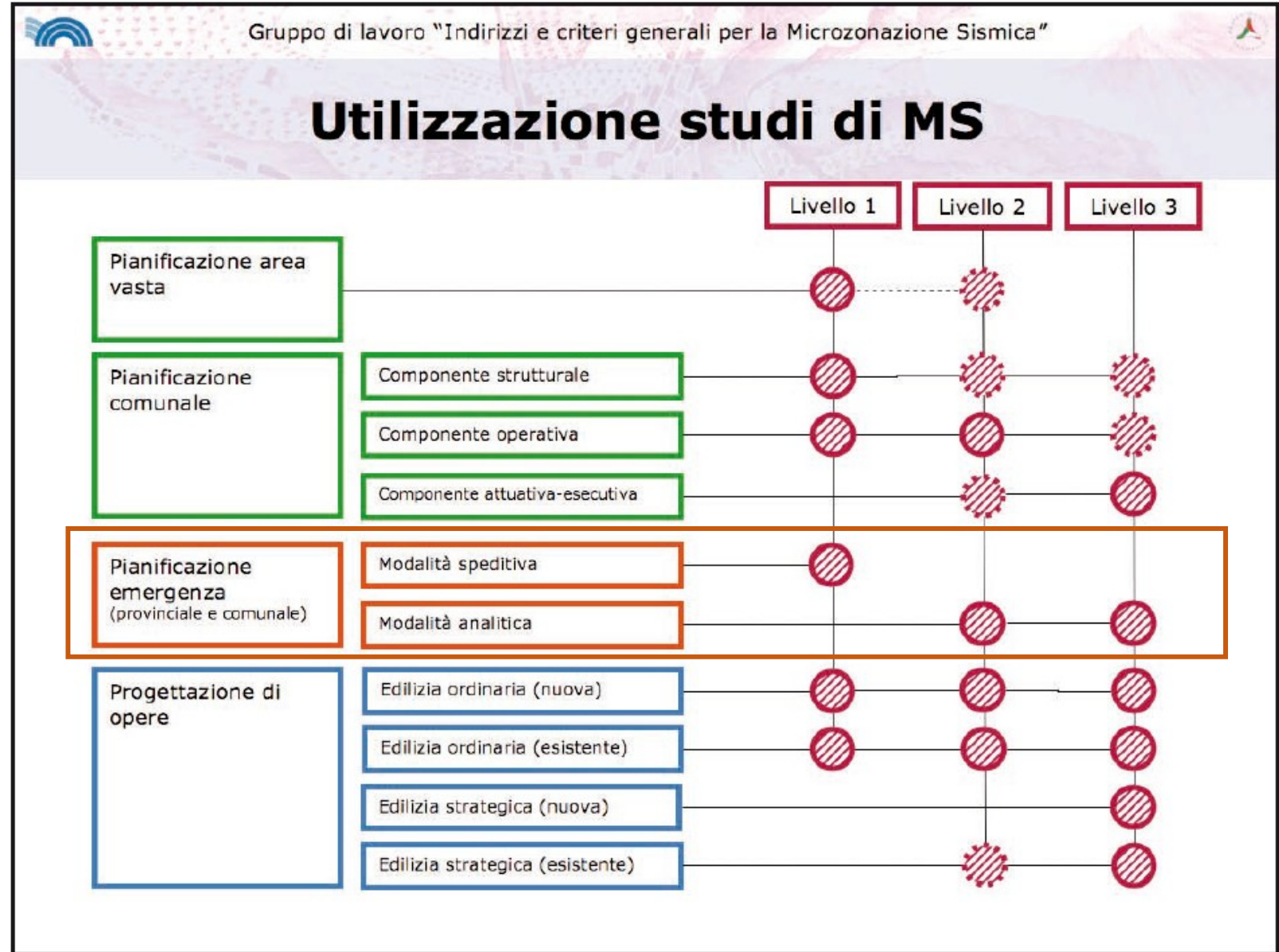
Piano Provinciale

- Dati di base a livello comunale
- Scenari di danno che possono interessare l'area comunale
- Procedure di pronto intervento e di soccorso a carico delle componenti locali
- Procedure per coordinarsi con i livelli provinciali

Piano Comunale

MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza

Sia per il livello comunale che provinciale, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole **individuazione degli elementi strategici** di un piano di emergenza e in generale delle risorse di protezione civile.



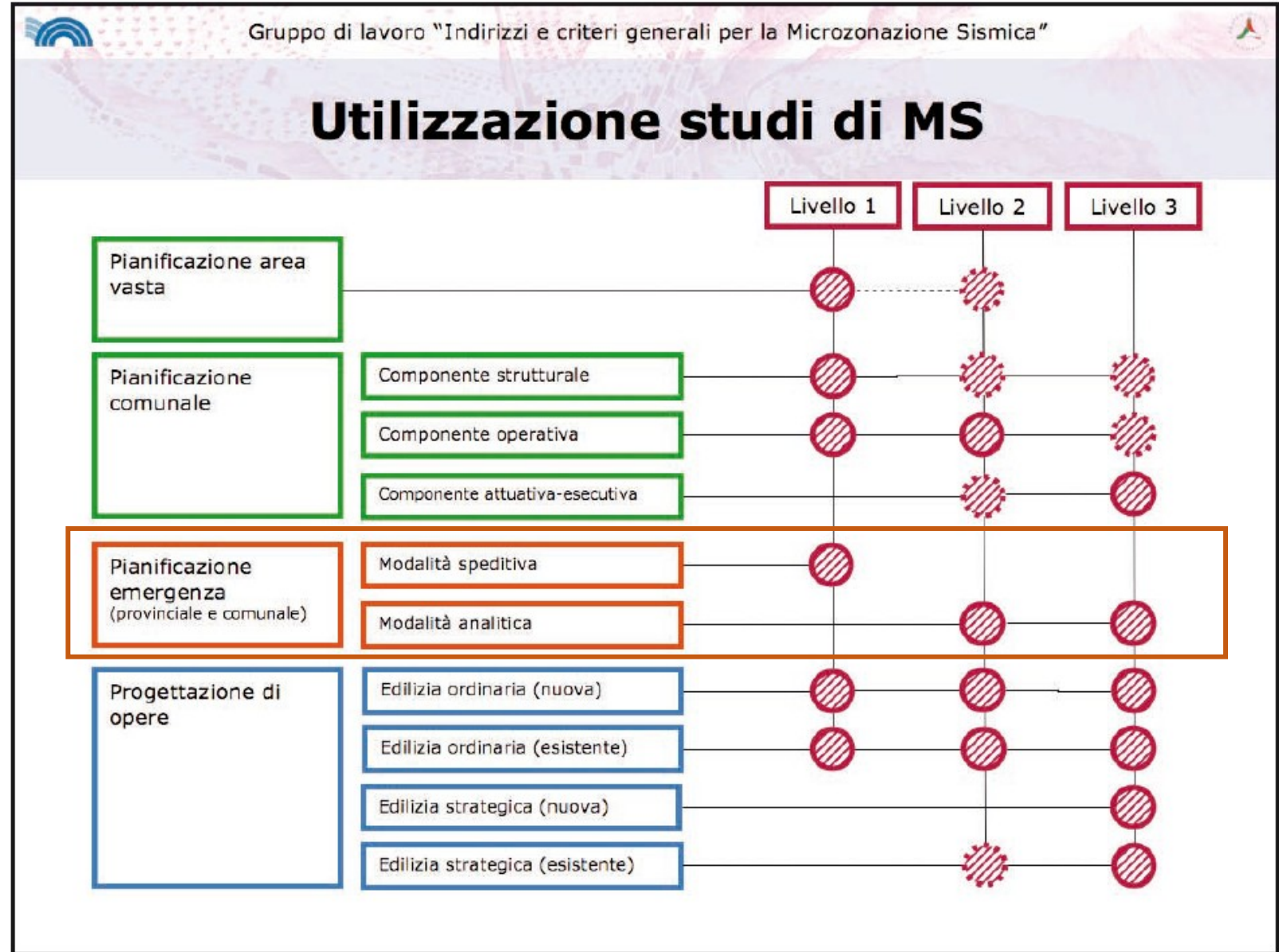
MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza

Sia per il livello comunale che provinciale, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole **individuazione degli elementi strategici** di un piano di emergenza e in generale delle risorse di protezione civile.

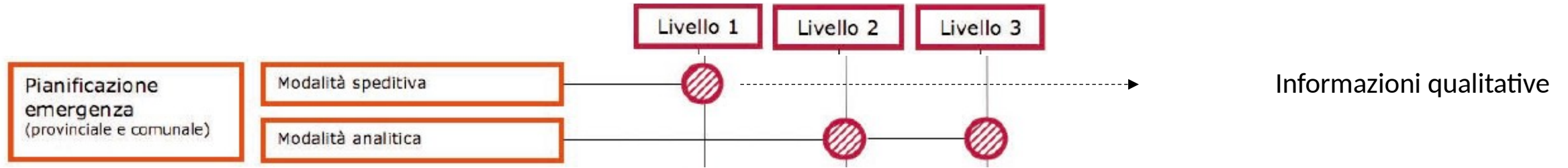
La conoscenza dei possibili effetti locali indotti da un evento sismico su un territorio* contribuisce a:

- definire scenari di danno verosimili;
- **scegliere aree e strutture di emergenza ed edifici strategici in zone stabili;**
- individuare i **tratti "critici"** delle infrastrutture viarie e di servizio e le opere rilevanti, in caso di collasso, per le quali potrebbero essere **necessarie specifiche valutazioni di sicurezza**

*la carta delle MOPS è sufficiente a tale scopo, mentre la carta MS3 rappresenta un livello di conoscenza utilizzabile per la verifica sismica delle strutture strategiche e rilevanti esistenti



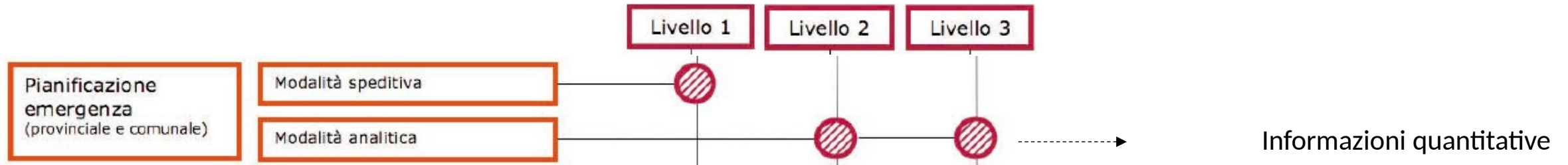
MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza



Livelli di MS	Modalità di utilizzo	Potenziali elementi considerati nella pianificazione d'emergenza	Risultati della MS utilizzati nella pianificazione d'emergenza	Risultati ottenuti
L1	Speditiva	<p>Aree di emergenza Infrastrutture viarie Infrastrutture di servizio Edifici strategici Strutture di emergenza Edifici rilevanti Attività produttive a rischio di incidente rilevante Beni culturali di particolare rilevanza</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica e valuta conformità aree di emergenza - Prima verifica dei tratti critici nel sistema di infrastrutture viarie a supporto dell'emergenza (sismica) e in quello di servizio, delle vie di fuga, dei percorsi per i soccorsi e dei tratti da interdire - Individua strutture strategiche su cui fare eventuali approfondimenti 	<p>Zone stabili Zone suscettibili di instabilità Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali</p> <p>Sovrapposte a Carta delle risorse strategiche di PC e cartografia della rete viaria</p>	<p>Verifica di conformità per: Aree di emergenza Infrastrutture viarie Infrastrutture di servizio Edifici strategici Strutture di emergenza rispetto alle zone suscettibili di instabilità.</p> <p>Orientare approfondimenti per: Infrastrutture viarie Infrastrutture di servizio Edifici strategici Strutture di emergenza Edifici rilevanti Attività produttive a rischio di incidente rilevante Beni culturali di particolare rilevanza rispetto alle zone suscettibili di instabilità.</p> <p>Eventuale rilocalizzazione degli elementi di cui sopra, con particolare riferimento alle risorse strategiche.</p> <p>Localizzazione, per i nuovi piani di emergenza, degli elementi di cui sopra preferibilmente in: 1) zone stabili per gli elementi strutturali ed infrastrutturali; 2) zone stabili anche se soggette ad amplificazione per le aree di emergenza.</p>



MS e suo utilizzo: pianificazione di emergenza



Livelli di MS	Modalità di utilizzo	Potenziali elementi considerati nella pianificazione d'emergenza	Risultati della MS utilizzati nella pianificazione d'emergenza	Risultati ottenuti
L2	Analitica	Infrastrutture viarie Infrastrutture di servizio Edifici strategici Strutture di emergenza Edifici rilevanti Attività produttive a rischio di incidente rilevante Beni culturali di particolare rilevanza Arre di accoglienza per cassette e/o containers	Quantificazioni numeriche per le zone suscettibili di instabilità, con metodi semplificati Fattori di amplificazione da abachi	Verifiche sismiche degli elementi considerati ricadenti in zone instabili e zone soggette ad amplificazioni, individuate da L1 Valutazioni di scenari di danno
L3	Analitica con approfondimenti puntuali	Infrastrutture viarie Infrastrutture di servizio Edifici strategici Strutture di emergenza Edifici rilevanti Attività produttive a rischio di incidente rilevante Beni culturali di particolare rilevanza	Quantificazioni numeriche dei fenomeni di deformazione permanente da simulazioni numeriche Fattori di amplificazione o spettri da simulazioni numeriche	Verifiche sismiche

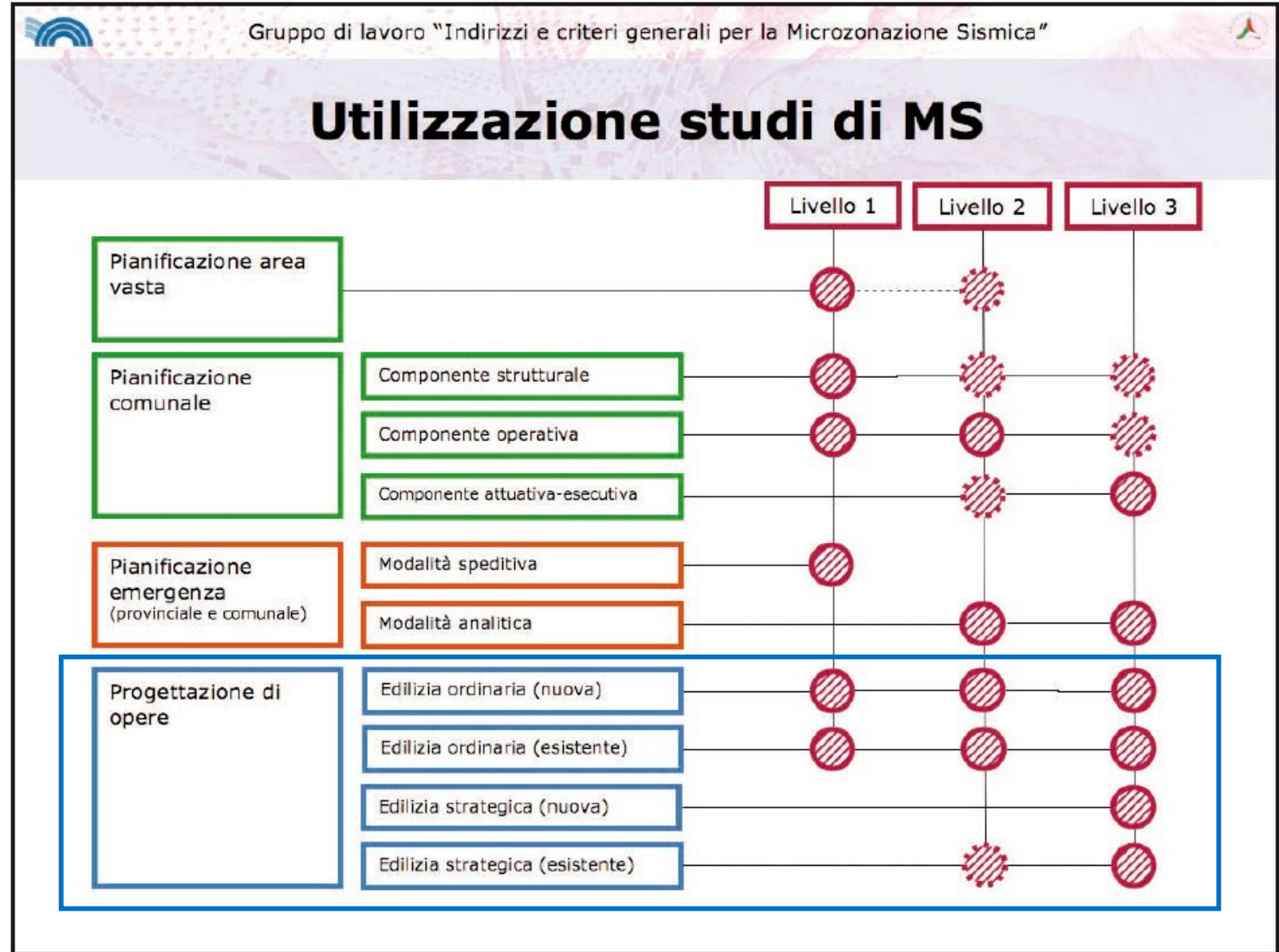
Con i valori di amplificazione differenziati è possibile prendere in considerazione pericolosità differenziate per gli elementi a rischio presenti sul territorio. Il coerente utilizzo di queste informazioni richiede che l'analisi di scenario sia in grado di trattare la discretizzazione del territorio in microzone omogenee e, parallelamente, sia in grado di utilizzare gli elementi informativi riguardanti la vulnerabilità e l'esposizione ad un dettaglio paragonabile.

MS e suo utilizzo nella progettazione di opere

MS e suo utilizzo: progettazione di opere

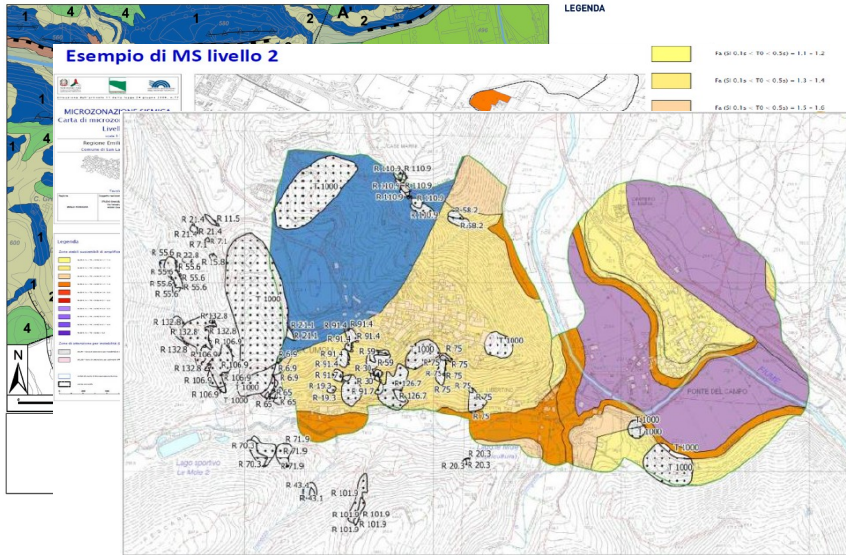
Nella progettazione di opere le NTC richiedono che siano affrontati aspetti propri della MS.

Gli studi di MS , quindi, possono offrire **elementi conoscitivi utili per la progettazione di opere**, con differente incisività in dipendenza del livello di approfondimento e delle caratteristiche delle opere stesse.

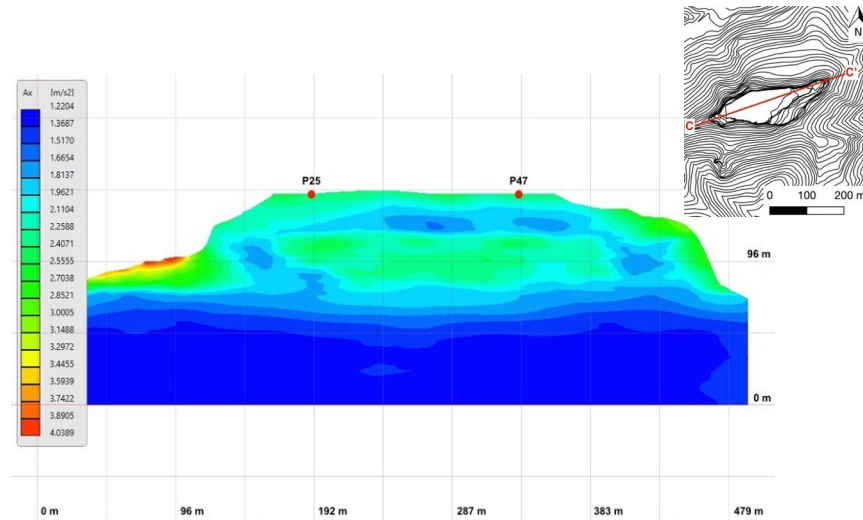


MS vs NTC18 e RSL

Microzonazione Sismica (MS) vs Norme tecniche per le costruzioni (NTC18) e Risposta sismica Locale (RSL)



Geol. D. Marchetti



Valuta la pericolosità sismica a **scala territoriale**

Scala: **comunale o sub-comunale**

Strumento di pianificazione territoriale e di emergenza - Dice **dove costruire**

Analisi solitamente condotte per $Tr = 475$ anni

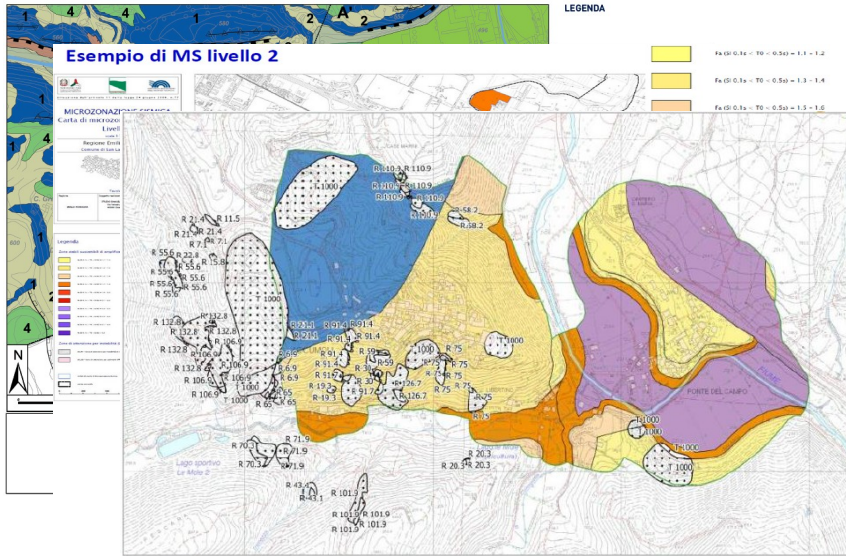
NTC: richiede di valutazione la risposta sismica del **terreno di fondazione**

Scala: **manufatto**

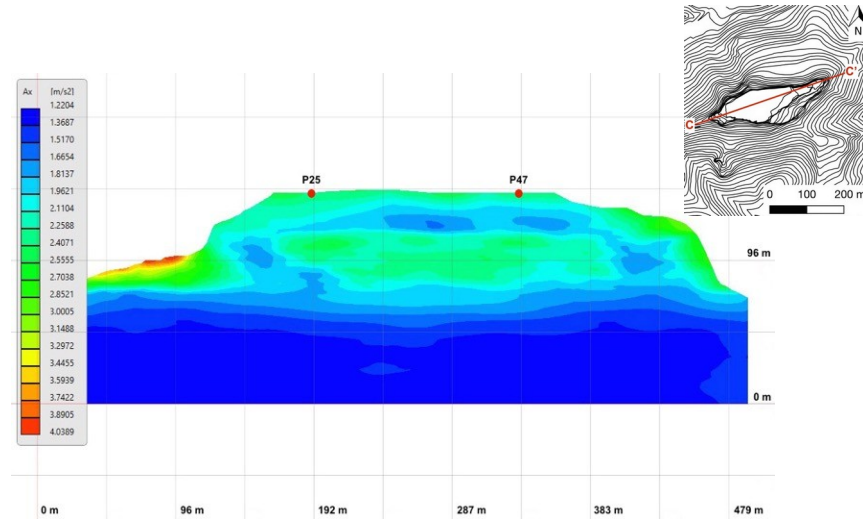
Finalizzata alla costruzione - dice **come costruire**

MS vs NTC18 e RSL

Microzonazione Sismica (MS) vs Norme tecniche per le costruzioni (NTC18) e Risposta sismica Locale (RSL)



Geol. D. Marchetti



Valuta la pericolosità sismica a **scala territoriale**

Scala: **comunale o sub-comunale**

Strumento di pianificazione territoriale e di emergenza - Dice **dove costruire**

Analisi solitamente condotte per $T_r = 475$ anni

Gli studi MS sono un riferimento di partenza per capire il modello geologico necessario in fase di progettazione e per individuare possibili rischi e approfondimenti necessari.

Salvo rare eccezioni non sono direttamente utilizzabili

NTC: richiede di valutazione la risposta sismica del **terreno di fondazione**

Scala: **manufatto**

Finalizzata alla costruzione - dice **come costruire**

RSL: stima la risposta sismica nel sito di intervento

FA da MS \neq S da NTC18

MS e suo utilizzo: progettazione di opere



Il livello di approfondimento è in funzione della **classe di uso dell'opera** (da NTC) e dalla sua importanza

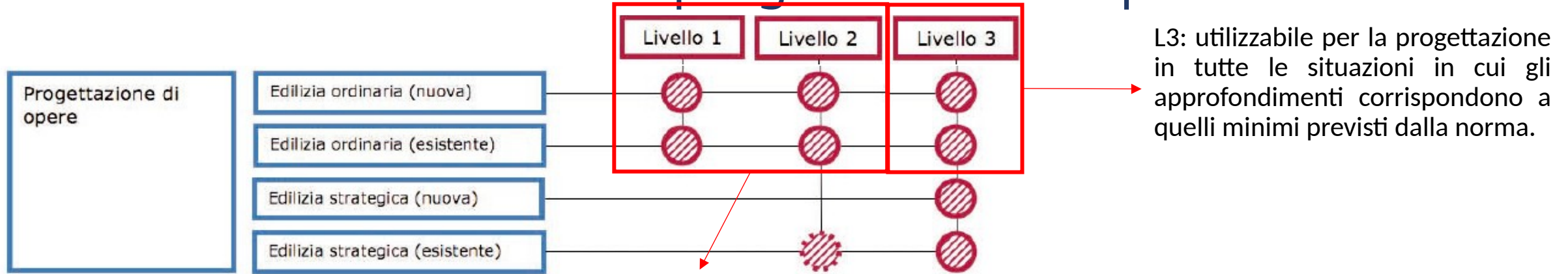
Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

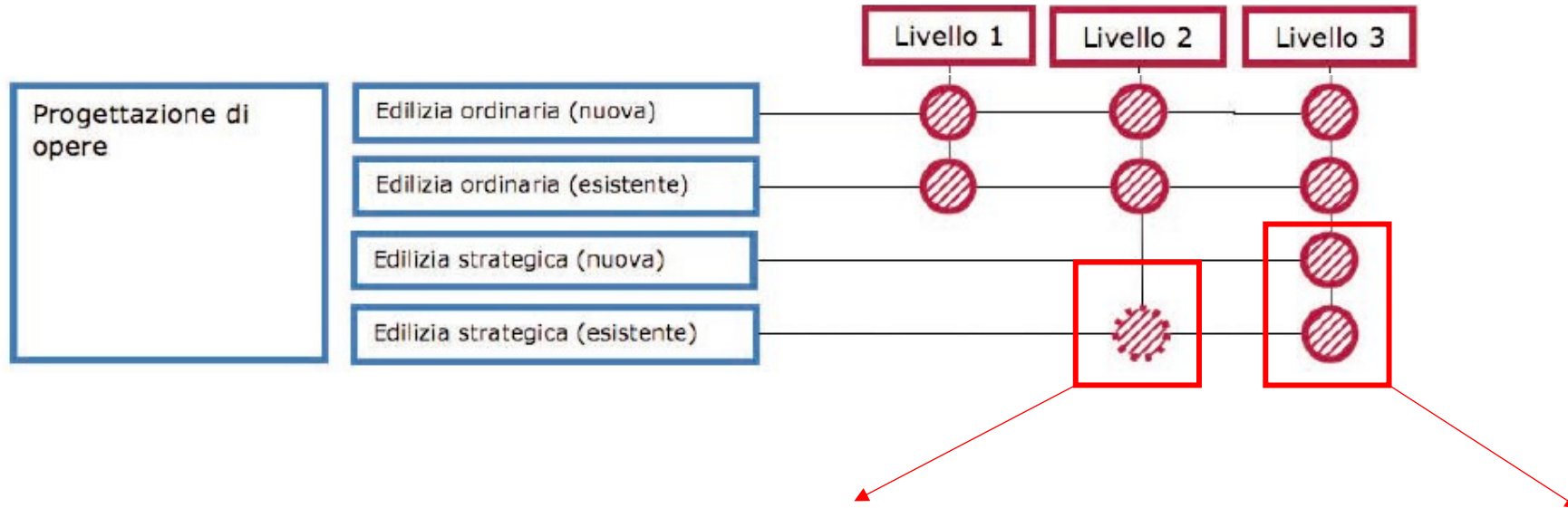
Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

MS e suo utilizzo: progettazione di opere



- L1 & L2: nelle **zone stabili**, previa verifica speditiva (in L1) dell'effettiva corrispondenza di quanto riportato nella Carta con la situazione del sito di costruzione/interesse e previa esecuzione di indagini di limitata estensione (o utilizzo di info esistenti nel caso di edilizia esistente), è possibile attribuire la categoria di riferimento del sottosuolo, che sarà in genere A, o B nel caso in cui una coltre di alterazione o una fratturazione intensa e pervasiva determinino proprietà meccaniche riferibili a tale categoria;
- L1: nelle **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** la conoscenza della stratigrafia può orientare nella scelta degli eventuali approfondimenti da effettuare per l'identificazione delle categorie di sottosuolo previste dalla norma in termini di spessori e descrizione litologica; inoltre per costruzioni esistenti soggette a lavori che non comportano incrementi di carico in fondazione e non peggiorano la situazione del pendio e in assenza di dissesti riconducibili a cedimenti del terreno, è ipotizzabile che la verifica di stabilità del versante non sia effettuata
- L2: nelle **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** possono essere utilizzati per la progettazione gli appositi abachi, purché il sito di costruzione/intervento presenti caratteristiche conformi alle ipotesi di base utilizzate per la costruzione degli abachi stessi. A partire dal confronto fra l'azione sismica dedotta dagli abachi con quella che si ottiene utilizzando la categoria di sottosuolo e lo spettro per essa previsto dalla norma è possibile, alternativamente: – utilizzare l'azione più gravosa fra le due, – demandare al progettista la valutazione finale su quale azione utilizzare, – richiedere specifici e ulteriori approfondimenti. Le regioni adottano procedure diverse in base al loro contesto normativo e possono scegliere per le opere esistenti livelli di sicurezza diversi (in genere minori) da quelli per le nuove costruzioni
- L1 & L2: nelle **zone suscettibili di instabilità** sono necessari approfondimenti (compatibili con L3) sin dalle prime fasi della progettazione.

MS e suo utilizzo: progettazione di opere



Nel caso di interventi di adeguamento sismico o di miglioramento controllato, oppure di valutazioni di sicurezza sismica, i livelli di conoscenza e l'uso degli studi di MS sono gli stessi previsti per le opere strategiche di nuova edificazione.

Nel caso di interventi di semplice miglioramento sismico in siti già oggetto di studi di MS, questi possono essere utilizzati purché almeno di livello 2

non si fa distinzione tra **zone stabili**, **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** e **zone suscettibili di instabilità**, ed è sempre necessario attingere a livelli di conoscenza pari a MS3.

Se l'area è caratterizzata da una pericolosità di base molto bassa (zona 4), allora i criteri di utilizzo degli studi MS sono mutuati da quelli per l'edilizia ordinaria di nuova costruzione