

**CRITERI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA E ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA, DI CUI ALL'ORDINANZA DEL CAPO DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE N. 532/2018 E DECRETO DEL CAPO DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE DEL 9 AGOSTO 2018.**

ASPETTI GENERALI

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento, è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica.

Costituisce quindi un supporto fondamentale agli strumenti di pianificazione urbanistica comunale per indirizzare le scelte urbanistiche verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Per ottimizzare costi e tempi la microzonazione sismica è richiesta nelle aree urbanizzate, negli agglomerati in territorio rurale di dimensioni significative, nelle aree suscettibili di trasformazioni urbanistiche e lungo le fasce a cavallo delle reti infrastrutturali di nuova previsione. Le aree in cui realizzare la microzonazione sismica dovranno essere indicate dalle Amministrazioni Comunali prima della selezione dei soggetti realizzatori degli studi. Le porzioni di territorio rappresentate nelle varie cartografie di primo e secondo livello dovranno comunque comprendere un adeguato intorno di tutti gli elementi oggetto dell'analisi della condizione limite per l'emergenza.

Per quanto non specificato nel presente documento, il riferimento tecnico per la realizzazione di questi studi e per l'elaborazione e la redazione degli elaborati richiesti è costituito dagli "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*" approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome<sup>1</sup> e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti "ICMS").

Per i depositi e le forme che possono determinare effetti locali in Emilia-Romagna si dovrà fare riferimento anche all'Allegato A1 della DGR 2193/2015<sup>2</sup> (da qui in avanti "indirizzi regionali").

La stima della pericolosità sismica delle aree è riferita ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Gli studi di microzonazione sismica prevedono diverse fasi di realizzazione e differenti livelli di approfondimento; i livelli di approfondimento richiesti per gli studi che saranno realizzati con i contributi di cui all'art. 2, comma 1, lett. a) dell'OCDPC n. 532/2018 saranno indicati nel successivo atto di individuazione dei Comuni in cui saranno effettuati gli studi.

Le indagini e gli elaborati di seguito indicati costituiscono lo standard minimo richiesto per l'approvazione degli studi. Altre procedure di analisi e indagini possono essere effettuate purché non in contrasto con quanto indicato dagli ICMS e dagli indirizzi regionali e se di dettaglio non inferiore e più aggiornate.

---

<sup>1</sup> Gruppo di lavoro MS, 2008. "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. [http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=395&cms\\_pk=15833](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833)

<sup>2</sup> DGR 2193/2015. Deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna n.2193 del 21 dicembre 2015: *Art. 16 della L.R. n. 20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'Atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" di cui alla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa 2 maggio 2007, n. 112.* Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n. 4 del 8 gennaio 2016 (parte seconda). <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/gli-indirizzi-per-gli-studi-di-microzonazione-sismica-in-emilia-romagna-per-la-pianificazione-territoriale-e-urbanistica>

Dovrà essere prodotta una relazione in cui saranno descritti le fasi di studio, le indagini, i dati acquisiti, le elaborazioni e i risultati dello studio.

L'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE) individua e analizza le strutture (edifici, aree, connessioni) necessarie al sistema di gestione dell'emergenza a seguito di un sisma, affinché, nella fase di superamento dell'emergenza, l'insediamento urbano conservi l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche.

L'analisi della CLE dovrà essere effettuata secondo i criteri indicati nel Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n.1755 del 27 aprile 2012 e quanto di seguito specificato.

Tutti gli elaborati dovranno essere forniti in versione digitale (pdf, jpg o tif con risoluzione minima 300 dpi).

I dati dovranno essere forniti anche in formato vettoriale (shapefile) secondo quanto indicato nel punto "Indicazioni per l'archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell'analisi della condizione limite per l'emergenza".

#### PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

##### *Finalità*

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica.
- Definire il tipo di effetti attesi.
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario.
- Descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

##### *Elaborati da produrre*

1) Carta delle indagini; in questa cartografia, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), dovranno essere chiaramente indicate le prove pregresse e quelle di nuova esecuzione (anche quelle eseguite per i successivi livelli di approfondimento); tutte le prove dovranno essere classificate in base alla tipologia.

2) Carta geologico-tecnica, derivata dalla revisione a scala dettagliata (almeno 1:10.000) dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia dovranno essere rappresentati gli elementi geologici e morfologici locali d'interesse per l'analisi della pericolosità sismica, in particolare quelli che possono modificare il moto sismico in superficie. I più comuni elementi geologici e morfologici che possono determinare effetti locali in Emilia-Romagna sono indicati nell'Allegato A1 degli indirizzi regionali; in particolare dovranno essere chiaramente perimetrate le coperture detritiche, le aree instabili e quelle potenzialmente soggette a dissesti. Questa cartografia dovrà essere corredata da un numero adeguato di sezioni litostratigrafiche significative, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici (strutture tettoniche, forme del paesaggio e morfologie sepolte, assi dei bacini, ...).

Data la disponibilità della cartografia geologica 1:10.000 per tutto il settore appenninico regionale, per gli studi nei Comuni montani e delle zone collinari, la redazione della carta geologico-tecnica è raccomandata per l'intero territorio comunale.

3) Carta delle frequenze naturali dei terreni, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), derivate da indagini speditive di sismica passiva (HVSR da misure di vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR da registrazioni di terremoti. In questa carta dovranno essere riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore del picco più significativo nell'intervallo  $0.2 \div 20$  Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale  $f_0$ , e di altri picchi significativi o indicazione dell'assenza di picchi). Ove possibile, il territorio indagato sarà suddiviso in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (nessun massimo relativo significativo nelle funzioni HVSR o SSR nell'intervallo  $0.2 \div 20$  Hz) o da presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo fra spessori di copertura attesi maggiori di 200 m (indicativamente  $f_0 \leq 0,6$  Hz), compresi tra 200 e 100 m (indicativamente  $0,6 \text{ Hz} < f_0 \leq 1$  Hz), compresi fra 100 e 30 m

(indicativamente  $1 \text{ Hz} < f_0 \leq 2 \text{ Hz}$ ), compresi fra 30 e 10 m (indicativamente  $2 \text{ Hz} < f_0 \leq 8 \text{ Hz}$ ), minori di 10 m (indicativamente  $f_0 > 8 \text{ Hz}$ ). Se possibile dovranno essere distinte anche le zone caratterizzate da contrasti di impedenza elevati (ampiezza picco HVSR  $\geq 3$ ), moderati (ampiezza picco  $2 \leq \text{HVSR} < 3$ ), bassi (ampiezza picco  $1,5 \leq \text{HVSR} < 2$ ) e assenza di significativi contrasti (ampiezza picco HVSR  $< 1,5$ ).

Tale cartografia è di particolare utilità al fine di evitare il fenomeno della doppia risonanza nell'interazione suolo-strutture; dovranno perciò essere adeguatamente considerate le frequenze naturali del terreno e quelle di vibrazione delle strutture, ponendo particolare attenzione alle aree in cui si rilevano maggiori contrasti di impedenza.

4) Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS); è il documento fondamentale di questo livello di approfondimento. In questa cartografia dovranno essere chiaramente indicate, a scala dettagliata (almeno 1:10.000), le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari. Nelle aree di pianura tale cartografia dovrà essere corredata da una cartografia rappresentativa della profondità e tipologia dei depositi di sottosuolo che possono influenzare il moto in superficie (es.: isobate del tetto dei depositi grossolani, come le ghiaie di conoide; isobate del tetto di corpi sabbiosi significativi presenti nei primi 20 m di profondità; isobate del tetto della falda; isobate della base dei depositi continentali; altre isobate di discontinuità stratigrafiche importanti; ...).

Data la disponibilità della cartografia geologica 1:10.000 per tutto il settore appenninico regionale, per gli studi nei Comuni montani e delle zone collinari, la redazione della carta delle aree suscettibili di effetti locali (o delle MOPS) è raccomandata per l'intero territorio comunale.

Le diverse aree suscettibili di effetti locali dovranno essere caratterizzate in base alla successione litostratigrafica; all'interno di ogni area la successione litostratigrafica dovrà risultare il più possibile omogenea in prospettiva dell'analisi della risposta sismica locale.

Le aree saranno classificate in tre categorie:

- a) **zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido, ovvero *bedrock* sismico, in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) **zone suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la profondità del *bedrock* sismico varia rapidamente, come nelle valli strette e nelle conche intramontane profondamente incise, nelle quali il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, l'analisi monodimensionale, e quindi anche l'utilizzo di tabelle o abachi, può portare a sottostima della risposta sismica in superficie; in tali condizioni sono raccomandate analisi bidimensionali;
- c) **zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio; i principali tipi di instabilità attesi in Emilia-Romagna sono:
  - instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente instabili,
  - liquefazioni in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi nei primi 20 m da piano campagna,
  - densificazioni in presenza di terreni granulari poco addensati e/o terreni coesivi poco consolidati,
  - cedimenti differenziali in aree che presentano terreni con significative variazioni laterali delle caratteristiche meccaniche (zone di contatto tra litotipi significativamente diversi, zone di faglia, zone a pronunciata diversità del grado di deformabilità, ...) o in presenza di cavità sotterranee.

In queste zone sono richiesti specifici approfondimenti di terzo livello.

Nella relazione illustrativa dovranno essere descritti tutti gli elementi caratterizzanti i documenti sopra indicati e le aree in cui effettuare indagini, con indicazione del tipo di prove da realizzare.

Poiché una delle finalità fondamentali di questo livello di approfondimento è la definizione del modello geologico del sottosuolo che costituirà la base per le analisi di risposta sismica locale e la microzonazione sismica, dovrà essere accuratamente descritta la stratigrafia e fornita una stima indicativa, su basi geologiche, della profondità dell'orizzonte ipotizzato essere il *bedrock* sismico. La definizione del *bedrock* sismico è uno degli obiettivi degli approfondimenti successivi.

## SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### *Finalità*

- Conferma delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento ed eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica.
- Suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica.
- Conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

Per la definizione dell'amplificazione si utilizzeranno le tabelle e formule indicate nell'Allegato A2 degli indirizzi regionali e le tabelle integrative pubblicate nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale (pagina web dedicata agli indirizzi per la microzonazione sismica). Ove possibile potranno essere applicati anche gli abachi e le procedure indicate nei capp. 3.2 e 3.3 degli ICMS, Vol. 2 - Parte Terza.

Per l'utilizzo degli abachi e delle tabelle è necessario determinare la stratigrafia del sottosuolo, in particolare lo spessore H della copertura, la profondità e la tipologia del substrato; in particolare è importante determinare le eventuali variazioni laterali, vale a dire la geometria, del tetto del *bedrock* sismico, nonché il profilo di Vs nell'intervallo di spessore H.

Se nell'area sono disponibili prove pregresse che definiscono in maniera chiara la stratigrafia fino alla profondità d'interesse H potranno essere effettuate solo prove finalizzate alla definizione del profilo di Vs, altrimenti dovranno essere realizzate anche prove geotecniche e geofisiche in sito finalizzate alla definizione della stratigrafia e della profondità e geometria del tetto del *bedrock* sismico.

### *Elaborati da produrre*

Oltre agli elaborati del livello di approfondimento precedente dovranno essere prodotti seguenti elaborati.

1) Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs), a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), in cui saranno ubicati tutti i punti di misura di Vs con indicazione, per ogni punto di misura, del valore di  $V_{SH}$  (in m/s) e H (in m) nelle aree in cui H non supera i 50 m, o di  $V_{S30}$  (in m/s) nelle aree di pianura dove H è maggiore di 50 m.

2) Carte dei fattori di amplificazione delle aree individuate nella "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali", a scala almeno 1:10.000, preferibilmente di maggiore dettaglio<sup>3</sup>. Questa cartografia costituisce l'elaborato principale di questo livello di approfondimento. La stima dell'amplificazione tramite procedure semplificate (utilizzo di tabelle, abachi e formule) è possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale. Indicazioni per la valutazione delle aree in cui è possibile applicare il secondo livello di approfondimento sono esposte nel paragrafo 2.5.2 "Limiti di utilizzo degli abachi" degli ICMS. In prossimità di morfologie sepolte che comportano rapide variazioni della profondità del *bedrock* l'analisi monodimensionale, e quindi anche l'utilizzo di tabelle o abachi, può portare a sottostima della risposta sismica in superficie; in tali condizioni sono raccomandati approfondimenti di terzo livello, con analisi bidimensionali.

L'amplificazione sarà quantificata in termini di parametri  $F_{PGA}$ ,  $F_{H_{0,1-0,5s}}$ ,  $F_{H_{0,5-1s}}$ ,  $F_{H_{0,5-1,5s}}$ ,  $F_{A_{0,1-0,5s}}$ ,  $F_{A_{0,4-0,8s}}$ ,  $F_{A_{0,7-1,1s}}$  che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici, eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche  $S_T$ . Tali coefficienti di

---

<sup>3</sup> La scala è da rapportare alle dimensioni dell'area studiata.

amplificazione vengono stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2) degli indirizzi regionali e quelle integrative pubblicate nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale (pagina web dedicata agli indirizzi per la microzonazione sismica) che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento. Questi fattori sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale ( $F_{PGA}=PGA/PGA_0$ ), di rapporto di Intensità di Housner ( $SI/SI_0$ )<sup>4</sup> per prefissati intervalli di periodi ( $FH_{0,1-0,5s}$ ,  $FH_{0,5-1s}$ ,  $FH_{0,5-1,5s}$ ) e di rapporto di accelerazione ( $A/A_0$ ) per prefissati intervalli di periodi ( $FA_{0,1-0,5s}$ ,  $FA_{0,4-0,8s}$ ,  $FH_{0,7-1,1s}$ ), dove  $PGA_0$ ,  $SI_0$  e  $A_0$  sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale a periodo  $T=0s$ , l'Intensità di Housner e l'integrale dello spettro in accelerazione al suolo di riferimento ricavabili dal data base regionale (disponibile nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, pagina dedicata agli indirizzi per la microzonazione sismica) e  $PGA$ ,  $SI$  e  $A$  sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale a periodo  $T=0s$ , Intensità di Housner e integrale dello spettro in accelerazione calcolati, per gli intervalli di periodi prefissati, alla superficie dei siti esaminati<sup>5</sup>. Si ricorda che la scelta delle tabelle o abachi per la stima dell'amplificazione non dipende dalle sole caratteristiche litologiche e morfologiche dell'area ma deve essere attentamente valutata sulla base delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, in particolare della profondità e del tipo di substrato. Per questa valutazione si raccomanda di porre particolare attenzione alla cartografia di primo livello, in particolare alla carta degli elementi geologici sepolti che possono modificare il moto in superficie e alla carta delle frequenze naturali dei terreni. La procedura per la scelta delle tabelle o abachi dovrà essere dettagliatamente descritta nella relazione illustrativa; per rendere più chiara tale scelta si raccomanda di inserire in relazione una figura o tabella che illustri, per ogni microzona e per tutta l'area di studio, tabelle o abachi utilizzati per la stima dell'amplificazione.

Dovrà essere prodotta anche una carta della distribuzione sul territorio dei valori di  $H_{MS}$ , parametro che esprime lo scuotimento atteso in valore assoluto (accelerazione,  $cm/s^2$ ), dato dal prodotto del parametro *Acceleration Spectrum Intensity* ( $ASI_{PU}$ ), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato tra 0,1s e 0,5s, diviso per  $\Delta T$  (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione calcolato per lo stesso intervallo di periodi (ovvero  $FA_{0,1-0,5s}$ ):

$$H_{MS} = \frac{ASI_{PU}}{\Delta T} \times FA_{0,1-0,5s}$$

I valori di  $ASI_{PU}/\Delta T$ , calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file *all\_4\_coord.kmz* (cartella Allegato\_4.zip) disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (v. anche Allegato A4); la tabella relativa ai valori di  $FA_{0,1-0,5s}$  è disponibile nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale (pagina web dedicata agli indirizzi per la microzonazione sismica).

Infine, dovranno essere perimetrare in dettaglio anche le aree che necessitano di approfondimenti di terzo livello, con indicazione del tipo di effetti attesi, delle indagini e analisi di approfondimento da effettuare.

#### TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (AI SENSI DELLA DGR N. 2193/2015)

<sup>4</sup> L'Intensità di Housner  $SI_i$  è definita da

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV_{(\zeta=5\%)} dT \quad \text{dove } PSV \text{ è lo spettro di risposta in velocità (smorzamento } \zeta = 5\%).$$

<sup>5</sup> I valori riportati nelle tabelle potrebbero portare a sovrastima. Tali valori possono essere sostituiti dai risultati di valutazioni della risposta sismica locale ottenuti con le procedure previste dal terzo livello di approfondimento.

### *Finalità*

- Conferma delle condizioni di pericolosità indicate dai precedenti livelli di approfondimento ed eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica.
- Valutazione più approfondita della risposta sismica locale, in termini di amplificazione e/o stima degli indici di rischio, nelle seguenti situazioni:
  - a) aree soggette a liquefazione e densificazione;
  - b) aree instabili e potenzialmente instabili;
  - c) aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti; in tali condizioni sono raccomandate analisi bidimensionali;
  - d) aree suscettibili di effetti differenziali (zone di contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse, zone di faglia attiva e capace, zone con cavità sepolte).

Questo livello di analisi è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili, di quelle soggette a liquefazione e densificazione sempre ai fini della redazione della carta di microzonazione.

Gli ambiti in cui sono presenti criticità geologiche che richiedono il terzo livello di approfondimento devono essere già individuati attraverso il primo livello di analisi, nella Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

### *Elaborati da produrre*

Oltre agli elaborati dei livelli di approfondimento precedenti per le aree in cui viene effettuato il terzo livello di approfondimento dovranno essere forniti, come requisiti minimi:

- la perimetrazione dettagliata, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio)<sup>6</sup>, delle aree indagate e i valori indicativi della pericolosità locale (indice di liquefazione, grado di stabilità, cedimenti attesi, ...);
- nel caso di analisi di risposta sismica locale, gli spettri di risposta riferiti a tali aree, per un periodo di ritorno di 475 anni con smorzamento pari al 5% e le mappe di amplificazione in termini di:
  1.  $PGA/PGA_0$ ;
  2.  $SI/SI_0$ ;
  3.  $A/A_0$ ;
  4.  $H_{MS}$ .

Il programma delle prove, sia nei terreni stabili che in quelli instabili, deve essere commisurato alla specificità del caso.

La tipologia e il numero delle prove devono essere adeguatamente descritti e motivati nella relazione. La caratterizzazione geotecnica dei terreni dovrà essere effettuata sia in campo statico che dinamico. Dovranno essere utilizzate solo tecniche di prova di riconosciuta affidabilità per le quali esistono riferimenti nella letteratura scientifica. I valori di velocità di propagazione delle onde sismiche ( $V_p$  e  $V_s$ ) dovranno essere acquisiti tramite misure dirette tipo down-hole o cross-hole o dedotti dalle curve di dispersione delle onde di superficie misurate; laddove le condizioni geologiche lo permettano potranno essere effettuate prove penetrometriche statiche con cono sismico o con dilatometro sismico.

Qualora gli strumenti di pianificazione consentano la realizzazione di opere nelle aree instabili, in quelle potenzialmente instabili e in quelle soggette a rischio di liquefazione e densificazione, dovranno essere forniti elaborati di quantificazione degli indici potenziali di rischio atteso e una stima dei potenziali cedimenti e/o spostamenti. Tali valutazioni dovranno essere supportate da prove sperimentali in sito e in laboratorio e dovranno essere condotte in conformità ai principi e ai metodi della Geotecnica Sismica. Negli Allegati A3 e A4 degli indirizzi regionali e nella Parte II degli ICMS 2008 sono indicate alcune procedure di riferimento.

Negli ambiti di studio in cui sono presenti aree suscettibili di liquefazione, tali da comprendere più aggregati strutturali o aggregati strutturali estesi, se il numero delle verifiche lo consente, potrà

---

<sup>6</sup> La scala è da rapportare alle dimensioni dell'area studiata.

essere effettuata una suddivisione del territorio in base al valore dell'Indice di Liquefazione  $I_L$ , interpolando i risultati delle verifiche puntuali, in aree a rischio di liquefazione medio ( $2 < I_L \leq 5$ ), elevato ( $5 < I_L \leq 15$ ) o molto elevato ( $I_L > 15$ ); in accordo con le recenti indicazioni della Commissione Tecnica per la microzonazione sismica del DPC non dovranno essere rappresentate le aree a rischio di liquefazione basso ( $I_L \leq 2$ ),

Nella relazione dovranno essere descritti in dettaglio i procedimenti e i codici di calcolo utilizzati e i risultati delle prove sperimentali in sito e in laboratorio. Dovranno essere chiaramente specificati anche i criteri per la definizione del *bedrock* sismico.

Come segnale di input per il calcolo degli effetti locali è possibile utilizzare gli accelerogrammi disponibili nel sito web del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

#### ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE)

##### *Finalità*

Definizione della condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell'evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre all'interruzione delle quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, l'insediamento urbano conserva comunque, nel suo complesso, l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza, la loro accessibilità e connessione con il contesto territoriale.

Tale analisi comporta:

- a) l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza e degli eventuali elementi critici;
- b) l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale, degli edifici e delle aree di cui al punto a) e degli eventuali elementi critici;
- c) l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con gli edifici strategici, le aree di emergenza, le infrastrutture di accessibilità e di connessione.

##### *Elaborati da produrre*

L'analisi della CLE dovrà essere effettuata secondo i criteri indicati nel Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n. 1755 del 27 aprile 2012 e nei documenti "Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) – standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 3.0.1" pubblicato nel settembre 2015, "Istruzioni per la compilazione delle schede - versione 3.0" e Manuale per l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano - Versione 1.0" pubblicato nel 2014, scaricabili dal sito web:

[http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard\\_analisi\\_cle.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard_analisi_cle.wp).

In tali documenti è disponibile anche la modulistica da utilizzare.

Dovranno essere prodotti i seguenti elaborati:

- 1) schede degli Edifici Strategici (ES), degli Aggregati Strutturali (AS), delle Unità Strutturali (US), delle Aree di Emergenza (AE) e delle Infrastrutture di Accessibilità/Connessione (AC) compilate secondo le indicazioni contenute nel documento sopra indicato, comprensive di scheda indice firmata dal RUP;
- 2) mappe degli elementi con funzioni strategiche essenziali per l'analisi della CLE (ES, AS, US, AE, AC);
- 3) cartografia di confronto, alla scala 1:5.000 o di maggiore dettaglio, tra la mappa di cui al punto 2 e la carta di microzonazione sismica in  $H_{MS}$ ;
- 4) relazione illustrativa in cui dovranno essere descritti gli elementi (ES, AE) caratterizzanti il sistema di gestione dell'emergenza, il rapporto con le infrastrutture di accessibilità/connessione e connessione nonché eventuali problematiche rispetto alle Unità Strutturali interferenti sia sulle infrastrutture di accessibilità/connessione che con gli Edifici Strategici e le Aree di Emergenza. In tale relazione dovranno essere esplicitate eventuali operazioni sullo strato poligonale del DBtopo, ovvero se siano stati aggiunti/eliminati degli aggregati, se siano stati suddivisi/accorpati degli aggregati.

Dovrà essere altresì rappresentata una sintesi riassuntiva per le diverse funzioni: Edifici Strategici e delle Aree di Emergenza (ricovero e ammassamento), tale sintesi deve riportare:

- nel caso di Edifici Strategici, nome dell'edificio e il tipo di funzione strategica allocata (Es. nome dell'edificio = Palazzo comunale, funzione strategica = COC);
- nel caso di aree di Emergenza la distinzione in Ricovero o Ammassamento e nome con cui è riconosciuta l'area (es. (Es. area = ricovero scoperto, nome area = campo sportivo);
- l'identificativo da DBtopo;
- la localizzazione (via, nr. civico e frazione).

INDICAZIONI PER L'ARCHIVIAZIONE INFORMATICA, RAPPRESENTAZIONE E FORNITURA DEI DATI DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA E DELL'ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA

I dati cartografici e non, la cartografia stampabile (formati e vestizioni, cartigli e legende), simbologie e documentazione dovranno essere forniti secondo le specifiche linee guida disponibili all'indirizzo [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/commissione\\_opcm\\_3907.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/commissione_opcm_3907.wp), alle pagine

- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica degli studi di MS
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica dell'analisi della CLE

e sezione Link esterni:

- Software per l'archiviazione delle indagini per la MS
- Software per la compilazione delle schede CLE
- Manuale per l'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE) dell'insediamento urbano.

Gli strati informativi dei quali non si è resa necessaria la compilazione dovranno essere consegnati vuoti.

Nel caso di documentazione trovata mancante la consegna dovrà essere eseguita nuovamente nella sua totalità allo scopo di sostituire completamente la precedente.

Nel caso in cui due o più comuni o enti si associno, nelle forme previste per l'adempimento della microzonazione e dell'analisi alla condizione limite, dovrà essere eseguita una consegna per ogni comune ripetendo i documenti, mentre i dati cartografici dovranno estendersi alla sola area coperta dal singolo comune.

Nella cartella Plot dovranno essere inclusi anche i file formato pdf delle mappe non richieste dalle linee guida sopracitate, ma necessarie secondo il presente atto. Tali mappe avranno le stesse caratteristiche di cartiglio e vestizione di quelle descritte nelle linee guida succitate ma viene lasciata facoltà di rappresentare il parametro con strato informativo poligonale con chiarezza di simbologia ed etichettatura. Ad integrazione di tale cartografia dovrà essere aggiunto lo strato informativo poligonale usato in formato shapefile (es. FREQUENZE\_POL.shp, .shx, .dbf, .sbn, ...) all'interno della cartella MS1 o MS2 o MS3 o CLE (senza sottocartelle), fermo restando il fatto che i parametri devono essere inseriti obbligatoriamente all'interno della base dati delle indagini secondo le linee guida citate.

Tutti gli elaborati e i dati necessari alla loro redazione non espressamente richiesti nel presente documento dovranno essere archiviati separatamente alla struttura delle cartelle indicata negli standard.