ALLEGATO A

Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)

1 - INTRODUZIONE

2 - DISPOSIZIONI GENERALI

2.1 - Zone da indagare

2.2 - Formato dei dati e degli elaborati

2.3 - Sperimentazione della valutazione del rischio sismico nelle procedure di formazione degli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale

3 – PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI

3.1 - Primo livello di approfondimento

3.1.1 - Elaborati da produrre

3.1.2 - Acquisizione dei dati

4 – SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

4.1 - Secondo livello di approfondimento – analisi semplificata

4.1.1 - Elaborati da produrre

4.1.2 - Acquisizione dei dati

4.2 - Terzo livello di approfondimento – analisi approfondita

4.2.1 - Elaborati da produrre

4.2.2 - Acquisizione dei dati

5 - RECEPIMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

ALLEGATO A1 – Indicazioni per l'elaborazione della cartografia delle aree suscettibili di effetti locali (primo livello di approfondimento).

ALLEGATO A2 – Tabelle e formule per la valutazione dei fattori di amplificazione sismica per le analisi del secondo livello di approfondimento e per la valutazione degli effetti topografici.

ALLEGATO A3 – Procedure di riferimento per le analisi di terzo livello di approfondimento.

ALLEGATO A4 – Segnali di riferimento per la stima della risposta sismica locale negli studi di microzonazione sismica di terzo livello di approfondimento.

1 - INTRODUZIONE

Dal 17 maggio 2007, data di pubblicazione ed entrata in vigore degli indirizzi regionali per la microzonazione sismica approvati con DAL 112/2007, numerosi sono gli studi di pericolosità sismica locale a scala di area vasta e gli studi di microzonazione sismica realizzati da Province, Comuni e Unioni di Comuni.

Tutte le Amministrazioni Provinciali hanno individuato e mappato le condizioni di pericolosità locale presenti nel territorio di competenza che possono indurre effetti locali in caso di terremoto, fornendo così indicazioni per gli studi di microzonazione sismica a scala comunale.
Per quanto riguarda la microzonazione sismica, circa l'89% dei Comuni è dotato di studi almeno di secondo livello adeguati agli standard regionali e nazionali; tali studi sono consultabili all'indirizzo web http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs/.

Così come specificato nell'art. A.2 comma 4 della LR 20/2000 e confermato dall'art. 22 comma 2 della LR 24/2017[1] gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

A tal fine, il quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica deve perseguire lo scopo di migliorare la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico nonché fornire criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso, secondo un approccio graduale e programmatico alle varie scale e rispetto ai differenti strumenti di pianificazione comunale.

Pertanto, nel definire il quadro conoscitivo, è necessario avere riguardo alle parti di territorio interessate dai rischi per le opere e le attività umane determinate anche dalla pericolosità sismica.

Queste conoscenze della pericolosità sismica potenziale del territorio consentono alla pianificazione di evitare l'insorgenza di nuovi rischi e la mitigazione del rischio sismico attraverso la localizzazione di interventi in aree esposte a minor pericolo e la realizzazione degli stessi sulla base degli esiti degli studi.

Scopo del presente atto di indirizzo e coordinamento è quello di fornire i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e la microzonazione sismica del territorio, e precisare i relativi obblighi, in modo da orientare le scelte della pianificazione verso aree caratterizzate da minore pericolosità sismica.

Gli studi della pericolosità sismica di base e della pericolosità locale[2] hanno come obiettivo:

- l'individuazione delle aree dove in occasione di terremoti possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine;

[1] Sulla pianificazione urbanistica e la riduzione del rischio sismico nella LR 24/2017 (*Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio*), oltre al citato art. 22, comma 2, vedi anche: art. 1, comma 2; artt. 18, 19; 21 e 23; art. 25, comma 2; art. 31, comma 2; art. 34; art. 35 commi 4 e 5.

[2] La componente pericolosità del rischio sismico dipende:

- dalle caratteristiche sismiche dell'area, cioè dalle sorgenti sismiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti; questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base";
- dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, in quanto alcuni depositi e forme del paesaggio possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie e costituire aspetti predisponenti al verificarsi di effetti locali quali fenomeni di amplificazione o di instabilità dei terreni (cedimenti, frane, fenomeni di liquefazione); questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica locale".

- la suddivisione del territorio in zone a diversa pericolosità sismica locale (microzonazione sismica).

I risultati dell'analisi della pericolosità sismica locale e microzonazione sismica devono essere recepiti negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e di protezione civile.

2 - DISPOSIZIONI GENERALI

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento (risposta sismica locale). La microzonazione sismica è pertanto un efficace strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico, in particolare se realizzato e applicato fino dalle prime fasi di pianificazione urbanistica, in quanto consente di indirizzare le scelte urbanistiche verso aree a minore pericolosità sismica e/o fornire indicazioni per scelte progettuali che tengano adeguatamente conto delle condizioni di pericolosità sismica locale.

Gli studi di microzonazione sismica prevedono diversi livelli di approfondimento in funzione delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Lo studio di microzonazione sismica deve essere descritto in una relazione che indichi chiaramente il livello di approfondimento, le indagini effettuate ed i risultati ottenuti; deve essere prodotta una cartografia dettagliata dello stato del territorio.

La microzonazione sismica è riferimento necessario per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (VALSAT) preventiva delle singole scelte del piano (artt. 18 e 19 della LR 24/2017).

Per la microzonazione sismica si identificano **due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.**

La prima fase di analisi è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del moto sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ...).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolti a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili in sede di predisposizione del piano territoriale di livello provinciale o metropolitano[3] e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree. Il quadro conoscitivo della pianificazione urbanistica comunale presenta una cartografia della pericolosità sismica locale, derivata dalle previsioni della pianificazione d'area vasta ma ad una scala di maggior dettaglio, limitatamente agli areali da indagare di cui al par. 2.1. lettere b) e c).

La seconda fase di analisi ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano **due diversi livelli di approfondimento**: a) un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento) e b) una analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), come di seguito specificato:

a) nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili, compresi quelli con coperture di spessore circa costante e acclività $\leq 15°$, vale a dire in tutte le zone non interessate da instabilità nelle quali il modello stratigrafico può essere assimilato ad un modello fisico

[3] Si intende il PTM e il PTAV di cui, rispettivamente, agli artt. 41 e 42 LR 24/2017, ed in via transitoria, fino all'approvazione di tali nuovi strumenti, il PTCP di cui all'art. 26 della previgente LR 20/2000.

monodimensionale, si ritiene sufficiente **un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento)**, cioè l'analisi della pericolosità sismica locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche e prove geotecniche in sito di tipo standard e l'amplificazione del moto sismico può essere stimata attraverso tabelle e formule. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica e geofisica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;

b) **un'analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento)** è invece richiesta per la definizione di indici di rischio negli areali che presentano le caratteristiche elencate al successivo paragrafo 2.1, lettera c), specificamente individuati dalla cartografia della pericolosità sismica locale predisposta dai piani di area vasta e recepita nel quadro conoscitivo dei piani urbanistici comunali (vedere Allegato A1).

L'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica, e l'impiego di specifiche procedure di elaborazione per la stima degli indici di rischio.

Come già accennato in precedenza, la prima fase di analisi, (primo livello di approfondimento), volta alla individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali, viene attuata già **nell'ambito della pianificazione a scala di area vasta provinciale**, relativamente all'intero territorio, ed è recepita e integrata, ad una scala di maggior dettaglio, nella pianificazione urbanistica comunale, limitatamente agli areali da indagare di cui al par. 2.1. lettere b) e c).

La seconda fase, volta all'analisi della risposta sismica locale e microzonazione sismica del territorio, è prescritta in particolare nelle seguenti ipotesi:

1. nei casi in cui sia sufficiente un'**analisi semplificata (secondo livello di approfondimento)**, la stessa è richiesta per la predisposizione e approvazione degli **strumenti generali di pianificazione urbanistica comunale**[4] e deve interessare gli areali indicati al successivo paragrafo 2.1. lettera b);
2. nei casi in cui sia necessaria un'**analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento),** la stessa interessa gli areali indicati al successivo paragrafo 2.1. lettera c), e:
   - **può essere svolta** dal Comune nell'ambito della predisposizione e approvazione degli **strumenti generali di pianificazione urbanistica comunale**[5]**,** al fine di accertare gli effettivi fattori limitanti o condizionanti le trasformazioni urbane presenti in detti areali;
   - **è comunque richiesta obbligatoriamente** per la predisposizione e approvazione degli **strumenti di pianificazione urbanistica attuativa**[5] che prevedano la localizzazione e l'attuazione in detti areali dei seguenti interventi:
     1. nuove urbanizzazioni;
     2. l'addensamento e la sostituzione urbana[6];
     3. la ristrutturazione urbanistica[7],

[4] In particolare, per il PUG, di cui all'art. 31 LR 24/2017, ed in via transitoria, fino all'approvazione di tale strumento, per il PSC di cui all'art. 28 della previgente LR 20/2000. Inoltre, detta analisi è richiesta per tutti i procedimenti e atti che comportino varianti alla pianificazione urbanistica, relativamente all'ambito territoriale interessato dalla variante.

[5] Per una indicazione completa degli strumenti urbanistici attuativi che devono dotarsi dell'analisi di terzo livello si veda l'elenco di cui al paragrafo 4.2. punti 1, 2 e 3.

[6] Art. 7, comma 4, lettera c), LR 24/2017.

[7] Art. 7, comma 4, lettera b), LR 24/2017.

4. edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli interventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile e edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Per il calcolo degli effetti locali, nelle indagini di terzo livello, si devono impiegare i segnali di riferimento indicati nell'Allegato 4.

Sia nel secondo che nel terzo livello di approfondimento devono essere valutati gli effetti della topografia; l'amplificazione determinata dalle condizioni topografiche potrà essere stimata con la procedura indicata nell'Allegato A2 (punto A2.2)[8].

Le indagini realizzate per la microzonazione sismica forniscono utili indicazioni anche per la scelta localizzativa e la realizzazione di opere; non si è tuttavia esentati dall'esecuzione delle indagini e degli studi integrativi richiesti dalla normativa vigente per la progettazione e la realizzazione delle costruzioni.

Nelle parti di territorio in cui, a seguito degli approfondimenti di terzo livello, la pericolosità risulti molto elevata, devono essere attentamente valutate la possibilità e l'opportunità di preferire una localizzazione alternativa dell'intervento (in particolare di interventi di nuova urbanizzazione o di addensamento o sostituzione urbana).

2.1 - Areali da indagare

Gli ambiti su cui effettuare le indagini variano a seconda della scala dello strumento di pianificazione considerato e del livello di approfondimento delle analisi:

a) a scala d'area vasta (provinciale o metropolitana[9]), occorre indagare l'intero territorio (con il primo livello di approfondimento);

b) a scala comunale, partendo dagli scenari di pericolosità sismica locale definiti dalla cartografia di area vasta di prima fase, gli areali da indagare con un'**analisi semplificata (secondo livello di approfondimento)** comprendono:

   b) 1. il territorio urbanizzato, perimetrato ai sensi dell'art. 32, commi 2 e 3, della L.R. n. 24/2017;

   b) 2. le aree permeabili collocate all'interno del territorio urbanizzato, non dotate di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti, per le quali il PUG consideri ammissibili interventi di trasformazione edilizia, di cui all'art. 9, comma 1, lett. c), della L.R. n. 24/2017;

   b) 3. le parti del territorio extraurbano, contermini al territorio urbanizzato, che non presentano fattori preclusivi o fortemente limitanti alle trasformazioni urbane, di cui all'art. 35, comma 6, LR 24/2017;

   b) 4. gli agglomerati posti in territorio rurale di dimensioni significative (ad es. insediamenti nastriformi attestati su viabilità, nuclei situati in continuità del territorio urbanizzato, etc.)

[8] I valori che si ricavano dalle formule indicate nell'Allegato A2 (punto A2.2) 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.

[9] Ossia nell'ambito del PTM e del PTAV di cui, rispettivamente, agli artt. 41 e 42 LR 24/2017, ed in via transitoria, nell'ambito del PTCP di cui all'art. 26 della previgente LR 20/2000.

b) 5. le fasce di territorio riguardanti le reti infrastrutturali di nuova previsione (per la mobilità, acquedottistiche, fognarie, energetiche e relativi impianti tecnologici) e i corridoi destinati al potenziamento e alla razionalizzazione dei sistemi per la mobilità.

c) le aree da indagare con un'**analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento)** sono riferite agli ambiti (individuati sempre dalla cartografia della pericolosità sismica locale di area vasta di prima fase) che presentano le seguenti situazioni:

c) 1. aree suscettibili di liquefazione o densificazione;

c) 2. aree di versante instabili e potenzialmente instabili;

c) 3. aree con rapide variazioni della profondità del *bedrock* sismico, come ad esempio le valli strette e profondamente incise, nelle quali il modello geologico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale; in questo caso sono raccomandate analisi bidimensionali;

c) 4. 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).

Le indagini e le analisi devono essere estese ad un'adeguata fascia limitrofa ai territori e agli areali sopra citati e alle situazioni di pericolosità locale (es. frane) il cui comportamento è potenzialmente in grado di influenzare i risultati della microzonazione nell'edificato.

Le porzioni di territorio rappresentate nelle cartografie di primo e secondo livello dovranno comprendere un adeguato intorno delle strutture di protezione civile ritenute strategiche per il superamento dell'emergenza sismica e oggetto dell'analisi della condizione limite per l'emergenza[10].

2.2 - Formato dei dati e degli elaborati

Per il formato dei dati e allo scopo di permettere lo scambio delle informazioni tra Enti, i dati e gli elaborati cartografici devono essere conformi, ai fini della confrontabilità geografica digitale, a quanto previsto al punto A.1 della Deliberazione del Consiglio Regionale 28 maggio 2003, n. 484 e a ogni successivo aggiornamento.

I risultati e gli elaborati devono essere forniti su supporto digitale secondo le specifiche della versione più aggiornata delle linee guida del Dipartimento della Protezione Civile.

2.3 - Sperimentazione della valutazione della pericolosità sismica locale nelle procedure di formazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica

Per la realizzazione e l'utilizzo, nel processo di pianificazione, degli elaborati di seguito illustrati, le Amministrazioni potranno avvalersi del supporto del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e del Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica, dei Trasporti e del Paesaggio della Regione Emilia-Romagna.

[10] V. "Manuale per l'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE) dell'insediamento urbano. Versione 1.0". Commissione tecnica per la microzonazione sismica. Roma 2014. http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione/pubblicazioni/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/manuale-per-l-analisi-della-condizione-limite-per-l-emergenza-cle-dell-insediamento-urbano

3 – PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI

3.1 - Primo livello di approfondimento

Il primo livello di approfondimento ha le seguenti 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.

In sede di elaborazione di studi di area vasta (e in particolare nelle analisi delle condizioni di pericolosità sismica locale per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, PTCP) è stata prodotta, per l'intero territorio, la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali".

In tale cartografia sono state evidenziate le zone caratterizzate da differenti scenari di pericolosità locale con indicazione degli effetti locali attesi.

Essa è dunque uno strumento propedeutico alla pianificazione urbanistica comunale, già disponibile anche nell'ambito delle informazioni ambientali e territoriali di cui all'art. 23 LR 24/2017, e come tale deve essere attentamente considerato per indirizzare le scelte verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica.

Il Piano Urbanistico Generale (il PUG della LR 24/2017, come già il PSC della previgente LR 20/2000), dovrà realizzare una cartografia della pericolosità sismica locale, ad una scala di maggior dettaglio, individuando le parti del territorio caratterizzate dai differenti scenari di pericolosità sismica locale.

In particolare, le analisi individuano le seguenti parti del territorio:

- aree che non necessitano di approfondimento, in quanto si ritiene il pericolo assente o trascurabile: si tratta di parti di territorio per le quali gli studi di primo livello non hanno individuato specifiche controindicazioni all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso;
- aree che necessitano di una seconda fase di approfondimento al fine di valutare la pericolosità sismica:
    - aree oggetto di un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento - punto 2a - disposizioni generali);
    - aree oggetto di un'analisi approfondita (terzo livello di approfondimento – punto 2b - disposizioni generali).

Le previsioni del PUG (o del PTM/PTAV che assuma anche il ruolo di PUG[11]) in merito agli areali elencati al precedente paragrafo 2.1. b) dovranno essere coerenti con le risultanze del quadro conoscitivo relative al rischio sismico e, di conseguenza, nella VALSAT del piano dovrà essere contenuta un'esplicita valutazione della coerenza degli interventi di trasformazione ipotizzati, in considerazione anche delle altre criticità ambientali, in modo tale da valutare in maniera integrata tutte le interazioni potenzialmente negative.

Sulla base della medesima cartografia comunale, le disposizioni del PUG (o del PTM/PTAV che assuma anche il ruolo di PUG[12]) forniscono indirizzi e prescrizioni necessari alla progettazione

[11] V. art. 51 comma 1 della LR 24/2017.

[12] Vedi nota sopra.

attuativa/operativa per le parti del territorio che risultano maggiormente esposte a pericolosità sismica.

3.1.1 - Elaborati da produrre

Per gli studi di area vasta (PTCP/PTM/PTAV), devono essere prodotti i seguenti elaborati:

- Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali alla scala 1:25.000 da compilarsi secondo quanto previsto nell'Allegato A1;
- Relazione riguardante le condizioni di pericolosità sismica della zona analizzata.

Per i PUG[13] deve essere realizzata una "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali" a scala almeno 1:10.000, secondo quanto previsto nell'Allegato A1. In questa carta, che costituisce l'elaborato principale di questo livello di approfondimento a scala comunale, devono essere chiaramente indicate le aree che dovranno essere oggetto delle indagini di successivo e ulteriore approfondimento. A corredo dovranno essere fornite anche le cartografie di base (geologica, geomorfologia, litologica, dello spessore delle coperture, della profondità della falda, etc.) e i profili litostratigrafici utilizzati.

In particolare, dovranno essere prodotti i seguenti elaborati cartografici:

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 e alla profondità raggiunta.

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 del presente atto; 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÷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÷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),

[13] E, in via transitoria, per i PSC o relative varianti generali il cui procedimento è stato avviato ai sensi dell'art.3, commi 4 e 5 della LR 24/2017.

compresi tra 200 e 80 m (indicativamente 0,6 Hz < $f_0 \leq$ 1 Hz), compresi fra 80 e 30 m (indicativamente 1 Hz < $f_0 \leq$ 2 Hz), compresi fra 30 e 10 m (indicativamente 2 Hz < $f_0 \leq$ 8 Hz), minori di 10 m (indicativamente f_0 > 8 Hz). Se possibile dovranno essere distinte anche le zone caratterizzate da contrasti di impedenza elevati (ampiezza picco HVSR ≥ 3), moderati (ampiezza picco 2 ≤ HVSR < 3), bassi (ampiezza picco 1,5 ≤ 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; è il documento fondamentale di questo livello di approfondimento (cfr. carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, MOPS, degli ICMS, 2008). 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 l'intero 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, o *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'applicazione di tabelle, 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; se i dati lo permettono dovranno essere indicate anche le aree topograficamente rilevate rispetto alla piana circostante (dossi fluviali, argini, …) in cui è possibile l'innesco di fenomeni di espansione laterale (*lateral spreading*);

- 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 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 della profondità e geometria del *bedrock* sismico è uno degli obiettivi degli approfondimenti successivi.

3.1.2 - Acquisizione dei dati

Nella predisposizione della "Carta delle aree suscettibili di effetti locali", sia di area vasta che comunale, è richiesto il reperimento dei dati e delle informazioni precedentemente acquisiti in occasione di indagini di settore o per la predisposizione di strumenti di pianificazione, in particolare:

- cartografia topografica di dettaglio (tavole topografiche 1:25.000, CTR 1:5.000, carte comunali 1:2.000, modello digitale del terreno, …) da utilizzare come supporto per i rilievi e la restituzione dei risultati e per l'analisi morfologica;
- cartografia geologica (Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo 1:10.000 e sintesi alla scala 1:25.000, cartografie allegate a strumenti di pianificazione, cartografie per progetti particolari, …);
- cartografia dei dissesti conosciuti (Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo 1:10.000 e Inventario del dissesto 1:25.000, cartografie allegate a strumenti di pianificazione, perimetrazioni aree a rischio, altre cartografie per progetti particolari, …);
- risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche esistenti.

In assenza di dati che permettano un'adeguata ricostruzione del modello geologico dovranno essere eseguite apposite nuove indagini finalizzate innanzi tutto alla definizione della litostratigrafia e degli spessori delle coperture.

4 – SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

La seconda fase ha come obiettivo la valutazione della risposta sismica locale e la microzonazione sismica del territorio indagato.

Gli scenari identificati nella prima fase individuano due diversi livelli di approfondimento (secondo o terzo livello) caratterizzati da diversi programmi di indagine.

Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e geofisica spaziale dei terreni presenti nell'area in studio.

La cartografia di microzonazione sismica da utilizzare come riferimento della pericolosità sismica locale per l'analisi della condizione limite per l'emergenza sarà quella di maggiore approfondimento in H_{SM} (v. 4.1.1 punto 2); la cartografia di microzonazione sismica dovrà quindi essere estesa fino a

comprendere un adeguato intorno degli edifici strategici, unità e aggregati strutturali e aree di emergenza, oggetto dell'analisi della condizione limite per l'emergenza; è raccomandata anche la caratterizzazione della pericolosità sismica locale delle fasce di territorio relative alla viabilità di accesso e connessione.

4.1 - Secondo livello di approfondimento – analisi semplificata

Il secondo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- la verifica delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento e conferma o eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica;
- la suddivisione dettagliata del territorio in base all'amplificazione attesa;
- la 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.

Questo livello minimo di approfondimento, per gli areali da indagare di cui al precedente paragrafo 2.1. b), è richiesto per l'approvazione del PUG.

L'analisi semplificata è richiesta e ritenuta sufficiente per la stima dell'amplificazione, nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili, compresi quelli con coperture di spessore circa costante e acclività $\leq 15°$, vale a dire nelle aree in cui il modello geologico può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale.

Nelle aree in cui sono presenti morfologie sepolte che comportano rapide variazioni della profondità del *bedrock* sismico l'analisi monodimensionale, e quindi anche l'applicazione di tabelle, può portare a sottostima della risposta sismica in superficie; in tali condizioni sono raccomandate analisi bidimensionali.

Per la definizione dell'amplificazione ove è ritenuta sufficiente l'analisi semplificata si utilizzeranno le tabelle, le formule e le procedure indicate nell'Allegato A2. Le tabelle riportate nell'Allegato A2 sono state realizzate considerando un periodo di ritorno T_R = 475 anni (corrispondente ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) ed uno smorzamento ζ = 5%.

Tale analisi ha lo scopo di valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale per l'elaborazione della carta di microzonazione. Questa fornisce indicazioni essenziali per l'elaborazione e approvazione del PUG (o del PTM/PTAV[14]) indicando:

- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento possano essere attuati senza la necessità di eseguire nuove indagini;
- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento siano subordinati allo svolgimento di ulteriori indagini di cui al par. 4.2.

4.1.1 - Elaborati da produrre

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

[14] Qualora lo stesso assuma ruolo ed effetti del PUG.

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 di microzonazione sismica di secondo livello delle aree individuate nella "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali", a scala almeno 1:10.000, preferibilmente di maggiore dettaglio[15]. Questa cartografia costituisce l'elaborato principale di questo livello di approfondimento. La stima dell'amplificazione tramite procedure semplificate (utilizzo di tabelle e formule) è possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale. L'amplificazione sarà quantificata in termini di PGA, SA1, SA2, SA3, SA4, SI1, SI2 e SI3 che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici[16], eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche S_T. Tali coefficienti di amplificazione vengono stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2) che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento[17].

La scelta delle tabelle 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 utilizzate 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, le tabelle utilizzate per la stima dell'amplificazione.

Dovranno essere perimetrate 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.

Dovrà essere prodotta anche una carta della distribuzione sul territorio dei valori di H_{SM} (Naso et al., 2019[18]), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro *Acceleration Spectrum Intensity* (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0{,}1s \leq T \leq 0{,}5s$, diviso per ΔT (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

---

15 La scala è da rapportare alle dimensioni dell'area studiata.

16 Il fattore di amplificazione (F) è dato dal rapporto tra spettro di risposta elastico di output, alla superficie del suolo in esame, e spettro di risposta elastico di input, al suolo di riferimento (rigido e pianeggiante, classe di sottosuolo A delle NTC 2018), per prefissati intervalli di periodi T, calcolati per un tempo di ritorno T_R=475 anni e smorzamento ζ=5%:

$F_{PGA} = PGA/PGA_0$, dove PGA_0 è l'accelerazione massima orizzontale a periodo T=0 al suolo di riferimento e PGA è l'accelerazione massima orizzontale a periodo T=0 alla superficie del sito;

$FA = SA/SA_0$, dove SA_0 è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento e SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T: SA1 per $0{,}1s \leq T \leq 0{,}5s$, SA2 per $0{,}4s \leq T \leq 0{,}8s$, SA3 per $0{,}7s \leq T \leq 1{,}1s$, SA4 per $0{,}5s \leq T \leq 1{,}5s$;

$FH = SI/SI_0$, dove SI_0 è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento e SI l'integrale dello spettro di risposta in velocità (o corrispondente grandezza di Intensità di Housner) alla superficie del sito per prefissati intervalli di periodi T: SI1 per $0{,}1s \leq T \leq 0{,}5s$, SI2 per $0{,}5s \leq T \leq 1{,}0s$, SI3 per $0{,}5s \leq T \leq 1{,}5s$.

17 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.

18 Naso G., Martelli L., Baglione M., Bramerini F., Castenetto S., D'Intinosante V., Ercolessi G. (2019): *Maps for land management: from geology to seismic hazard*. Boll. Geof. Teor. Appl., Vol. 60, DOI 10.4430/bgta0263

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$, calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file PSbaseRER.kmz disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

4.1.2 - Acquisizione dei dati

Per l'utilizzo delle tabelle è necessario determinare la stratigrafia del sottosuolo, in particolare lo spessore H della copertura e la profondità del *bedrock* sismico, e il valore 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 valore di V_{SH} o V_{S30}, altrimenti dovranno essere realizzate anche indagini geognostiche finalizzate alla definizione della litostratigrafia e della profondità del *bedrock* sismico.

È richiesta anche la valutazione degli effetti topografici, secondo quanto indicato nell'Allegato A2, punto A2.2.

4.2 - Terzo livello di approfondimento – analisi approfondita

Un'analisi più approfondita è richiesta per la stima di indici di rischio negli ambiti di pericolosità sismica locale definiti dalla cartografia di area vasta di prima fase che presentano le **situazioni elencate al precedente paragrafo 2.1. lettera c).**

Questo livello di analisi è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili e di quelle soggette a liquefazione e densificazione (individuate attraverso il primo livello di analisi nella cartografia delle aree suscettibili di effetti locali) ai fini della predisposizione delle previsioni del PUG o quantomeno nel momento in cui si intenda approvare la localizzazione e la realizzazione di significative trasformazioni sulle stesse.

Infatti, come è già stato anticipato al paragrafo 2, l'analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento), **può essere svolta** dal Comune nell'ambito della predisposizione e approvazione degli **strumenti generali di pianificazione urbanistica comunale**[5]**,** ai fini della redazione di una più completa carta di microzonazione, per accertare gli effettivi fattori limitanti o condizionanti le trasformazioni urbane presenti in detti areali ed indirizzare le scelte localizzative verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica.

Il medesimo livello di analisi **è comunque richiesto obbligatoriamente** per la predisposizione e approvazione degli **strumenti di pianificazione urbanistica attuativa** che prevedano, negli ambiti che presentano le **situazioni elencate al precedente paragrafo 2.1. lettera c),** la localizzazione e l'attuazione dei seguenti interventi:

1. nuove urbanizzazioni;
2. l'addensamento e la sostituzione urbana[19];
3. la ristrutturazione urbanistica[20];
4. edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli interventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile e edifici e opere

[19] Art. 7, comma 4, lettera c), LR 24/2017.

[20] Art. 7, comma 4, lettera b), LR 24/2017.

infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Di conseguenza, i PUG che non abbiano proceduto direttamente a svolgere l'analisi di terzo livello relative alle suddette aree, recependo le indicazioni del piano territoriale di scala provinciale o metropolitana (PTCP/PTM/PTAV), devono prescrivere la predisposizione di analisi del terzo livello di approfondimento in caso di elaborazione e approvazione degli Accordi operativi e dei Piani attuativi di iniziativa pubblica (art. 38 della LR 24/2017) che prevedano la realizzazione delle significative trasformazioni appena elencate[21] .

Inoltre, la predisposizione di analisi del terzo livello di approfondimento è obbligatoria negli areali più volte richiamati, per tutti i **procedimenti speciali** per i quali la legge consente che l'approvazione del progetto delle medesime significative trasformazioni comporti **variante alla pianificazione urbanistica e possa essere attuato senza la necessità di piani urbanistici attuativi**, quali: il procedimento unico e l'accordo di programma, di cui gli articoli 53 e 61 della L.R. n. 24/2017; la variante ai sensi dell'art. 8 del DPR n. 160 del 2010; il provvedimento autorizzatorio unico regionale di cui all'art. 21 della L.R. n. 4 del 2018; ecc.

La zona da indagare e la scala di restituzione degli elaborati devono essere commisurate alla criticità e alle dimensioni dell'area e all'importanza dell'intervento da realizzare.

4.2.1 - 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 maggior dettaglio) 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 T_R = 475 anni con smorzamento ζ = 5% e le mappe di amplificazione in termini di PGA, SA1, SA2, SA3, SA4, SI1, SI2, SI3, e dello scuotimento in accelerazione (cm/s^2) atteso al sito per gli intervalli di periodi $0{,}1s \leq T \leq 0{,}5$ (H_{SM}), $0{,}4s \leq T \leq 0{,}8s$ (H_{0408}), $0{,}7s \leq T \leq 1{,}1s$ (H_{0711}) e $0{,}5s \leq T \leq 1{,}5s$ (H_{0515}).

A corredo devono essere prodotti anche i risultati delle prove per la definizione del modello geologico del sottosuolo e per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sia in campo statico che dinamico.

Qualora gli strumenti di pianificazione consentano la realizzazione di interventi 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 di rischio, degli spostamenti e dei cedimenti attesi. 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. Nell'Allegato A3 sono indicate alcune procedure di riferimento.

Negli ambiti di studio in cui sono presenti aree suscettibili di liquefazione di estensione tale da comprendere più aggregati strutturali o aggregati strutturali estesi, se il numero delle verifiche lo consente, potrà essere effettuata una suddivisione del territorio in base al valore dell'Indice potenziale di Liquefazione I_L, interpolando i risultati delle verifiche puntuali, in aree a rischio di liquefazione basso ($0 < I_L \leq 2$), medio ($2 < I_L \leq 5$), elevato ($5 < I_L \leq 15$) o molto elevato ($I_L > 15$).

[21] Il medesimo livello di approfondimento è richiesto per gli strumenti urbanistici attuativi approvati nel periodo transitorio di cui all'art. 4 LR 24/2017 nei casi in cui ciò sia previsto dagli strumenti urbanistici vigenti in attuazione del previgente atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica.

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.

4.2.2 - Acquisizione dei dati

Le 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. Nell'Allegato A3 sono indicate alcune procedure di riferimento.

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. Dovranno essere utilizzate solo tecniche di prova di riconosciuta affidabilità per le quali esistono riferimenti nella letteratura scientifica.

Gli effetti topografici potranno essere valutati secondo quanto indicato nell'Allegato A2, punto A2.2.

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; laddove le condizioni geologiche lo permettano potranno essere effettuate prove penetrometriche statiche con cono sismico o con dilatometro sismico. Nel caso non sia possibile effettuare misure di velocità di propagazione delle onde sismiche con prove dirette, i valori di Vs potranno essere dedotti dalle curve di dispersione delle onde di superficie misurate.

Le prove penetrometriche statiche di nuova esecuzione per la stima del potenziale di liquefazione dovranno essere a punta elettrica (CPTe/CPTu).

I segnali di input di riferimento per le analisi di risposta sismica locale sono indicati nell'Allegato A4.

5 - RECEPIMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

Come specificato nelle leggi regionali n. 24/2017 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio", e n. 19/2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico", è obbligo per i Comuni valutare la compatibilità delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione con l'obiettivo della riduzione del rischio sismico.

Pertanto, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica si devono conformare al presente atto di indirizzo provvedendo a redigere gli studi e le analisi del proprio livello di competenza e corredando lo strumento con opportune norme finalizzate alla riduzione del rischio sismico.

In particolare, si sottolinea che:

- le Province e la Città metropolitana di Bologna devono predisporre i nuovi piani territoriali di loro competenza (PTAV e PTM) secondo quanto previsto al precedente paragrafo 3, nonché corredare il Piano del conseguente apparato normativo;
- i Comuni, attuando gli indirizzi dei piani territoriali di area vasta (PTCP/PTM/PTAV), devono predisporre la microzonazione sismica costituente parte integrante del quadro conoscitivo dei PUG nell'osservanza di quanto previsto nei precedenti paragrafi 3 e 4, e sono tenuti a corredare il Piano del conseguente apparato normativo.

Gli strumenti di pianificazione già adottati alla data di entrata in vigore del presente atto, in attuazione della disciplina transitoria stabilita dalla L.R. 21 dicembre 2017, n. 24 (Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio), possono essere approvati in conformità all'atto di indirizzo e coordinamento previgente (deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n. 630).

* * *