

PIANO URBANISTICO GENERALE TERRE DI PIANURA

Quadro conoscitivo



Quaderno

Componente sicurezza territoriale

Colophon



AMMINISTRATORI

Roberta Bonori

Presidente dell'Unione
Sindaco del Comune di Minerbio

Omar Mattioli

Vice presidente dell'Unione
Sindaco del Comune di Baricella

Alessandro Ricci

Giunta dell'Unione
Sindaco del Comune di Granarolo
dell'Emilia

Massimiliano Vogli

Giunta dell'Unione
Sindaco del Comune di Malalbergo

GRUPPO DI LAVORO

UFFICIO DI PIANO

Antonio Peritore (da Aprile 2024)

Responsabile del Procedimento
Responsabile Settore Governo del Territorio
Ufficio di Piano, Competenza pianificatoria.

Irene Evangelisti (fino a Marzo 2024)

Responsabile del Procedimento
Responsabile Settore Governo del Territorio
Ufficio di Piano, Competenza pianificatoria.

Mauro Baioni

Coordinatore Tecnico Responsabile
Ufficio di Piano, Competenza pianificatoria
Componente esterno

Saverio Montanari

Garante della comunicazione e della
partecipazione
Ufficio di Piano
Servizio Urbanistica Unione Terre di Pianura

Fabio Remelli

Ufficio di Piano, Competenza pianificatoria e
cartografia
Servizio Urbanistica Unione Terre di Pianura

Samuel Sangiorgi

Ufficio di Piano, Competenza Ambientale
Componente esterno

Marianna Amendola

Ufficio di Piano, Competenza paesaggistica
Componente esterno

Tommaso Bonetti

Ufficio di Piano, Competenza giuridica
Componente esterno

Stefano Stanghellini

Ufficio di Piano, Competenza economico-
finanziaria
Componente esterno

STUDI SPECIALISTICI

Francesca Barelli

Studio specialistico Valsat
Professionista incaricato

Kiez.Agency

Percorsi partecipativi
Professionista incaricato

Massimo Zanfini

Studio specialistico archeologico
Professionista incaricato

ATTI AMMINISTRATIVI

FASE DI FORMAZIONE DEL PIANO

Assunzione

Delibera di Giunta dell'Unione n. 59 del
31/07/2025

Pubblicazione

Avviso di assunzione sul Bollettino
Ufficiale della Regione Emilia-Romagna
(BURERT) del 10/09/2025

Il Piano Urbanistico Generale Terre di Pianura
è stato elaborato e redatto dall'Ufficio di
Piano dell'Unione dei Comuni di Terre di
Pianura, con la preziosa collaborazione e il
supporto tecnico di tutti i Servizi dei Comuni
appartenenti all'Unione.

Indice Quaderno: componente sicurezza territoriale

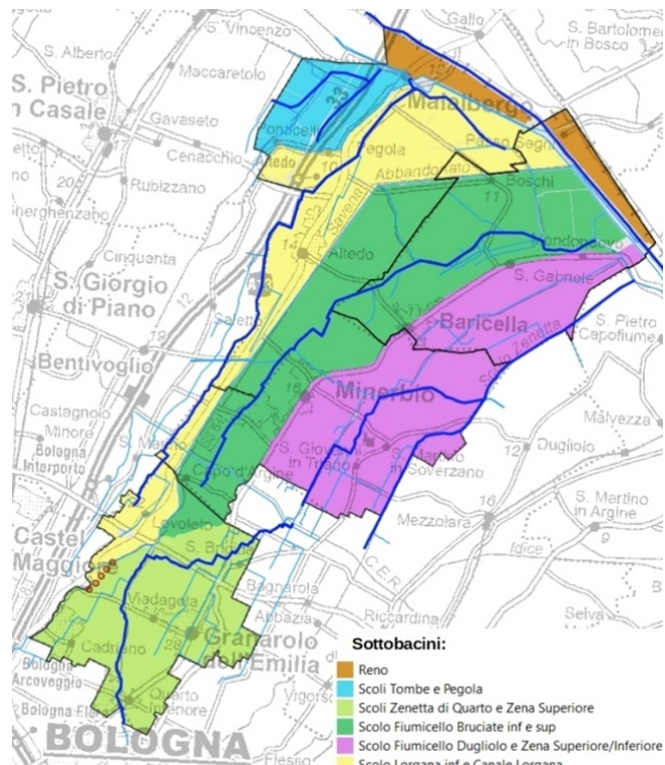
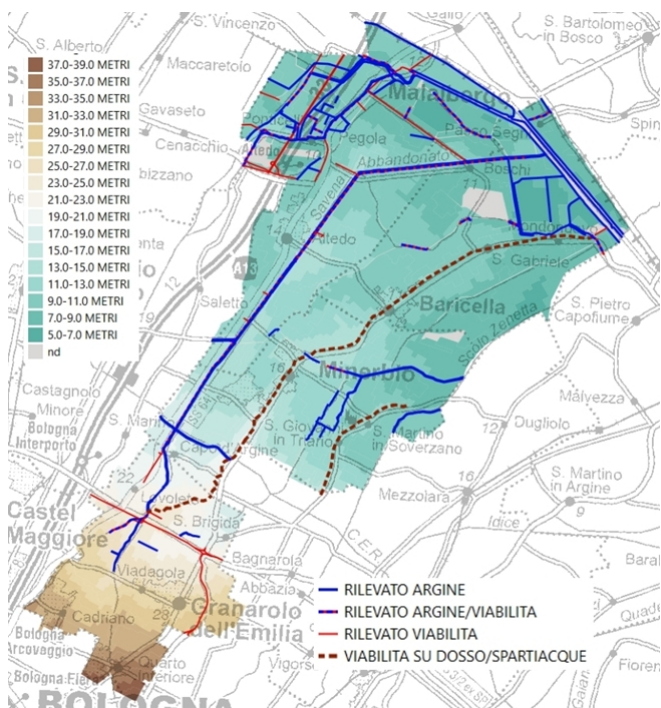
5	PATRIMONIO IDROMORFOLOGICO
11	RISCHIO SISMICO

Patrimonio idromorfologico

Funzionalità idro-morfologica territoriale

Lo studio morfologico del territorio dell'Unione Terre di Pianura ha consentito la classificazione altimetrica del piano campagna attraverso elaborazioni svolte con tecnologia di mappatura GIS e con la restituzione finale di uno shapefile georeferenziato poligonale. Occorre precisare che quest'analisi non è derivata da una semplice e più speditiva elaborazione automatica di modelli digitali di elevazione (DEM). Si è invece optato per una più attenta lettura dei punti quotati riportati nella CTR, nonché degli elementi morfologici naturali o antropici più significativi (arginature; rilevati stradali; sistemazioni dei terreni ai fini della bonifica; sistemazioni dei terreni ai fini agricoli; ecc.).

In questo modo si è potuto scomporre il territorio in aree di pari quota (considerando classi isoaltimetriche fino a 1 metro), delimitate, ove possibile, da elementi morfologici più rilevanti (Figura 1). Si sono escluse dalla classificazione soltanto alcune aree allagabili (casse di espansione) nonché ristrette fasce di territorio comprendenti i principali argini e alvei dei corsi d'acqua (naturali e di bonifica) e i principali rilevati stradali.



Ciò ha permesso di suddividere il territorio dell'Unione in areali morfo-idraulici che costituiscono dei veri e propri sottobacini idrografici (Cfr. Figura 2), delimitati da principali spartiacque superficiali.

Il confronto tra assetto morfologico e idrografia evidenzia chiaramente come sia possibile individuare per ogni sottobacino i corsi d'acqua che svolgono la principale funzione di drenaggio per questi settori di territorio. Si tratta, in realtà, di scoli di bonifica che tuttavia svolgono ancora una funzione in parte equiparabile a quanto svolge un corso d'acqua principale di un bacino idrografico naturale.

Il confronto tra assetto morfologico e idrografia evidenzia chiaramente come sia possibile individuare per ogni sottobacino i corsi d'acqua che svolgono la principale funzione di drenaggio per questi settori di territorio. Si tratta, in realtà, di scoli di bonifica che tuttavia svolgono ancora una funzione in parte equiparabile a quanto svolge un corso d'acqua principale di un bacino idrografico naturale.

I sottobacini così definiti vengono distinti in base al nome del corso/i d'acqua che svolge/svolgono la principale funzione di scolo per l'intero areale.

In sintesi, i sottobacini idrografici presentano le seguenti caratteristiche:

- il sottobacino "Zenetta di Quarto - Zena Superiore" comprende il territorio morfologicamente più elevato dell'Unione e coincide con il Comune di Granarolo (ad esclusione del territorio a NO della via Cadriano. È caratterizzato da un declivio naturale prevalentemente verso N-NE, con pendenze medie di circa il 6‰ (in alcuni settori raggiunge il 10‰).

Nel territorio si riscontrano estese superfici da ritenersi sostanzialmente "impermeabili" e che rappresentano gran parte degli areali produttivi di Granarolo dell'Emilia: Cadriano, Quarto Inferiore e Capoluogo. Occorre evidenziare che, a causa di questo contesto, gli scoli a valle di Cadriano (canaletta di cadriano) e Granarolo (scolo Biscia; scolo Foggia Nuova) possono potenzialmente ricevere molta acqua superficiale in tempi relativamente veloci (con tempi di corrivazione ridotti; con picchi di portate). Le acque superficiali possono quindi derivare sia dalle superfici impermeabilizzate, sia dagli scarichi fognari.

La "trasversale di pianura", inoltre, può rappresentare un elemento ostativo al deflusso delle acque di possibile allagamento. Gli scoli a monte di questa viabilità possono dunque avere possibili criticità di scolo, con possibilità di allagamenti anche persistenti. Anche il principale scolo ("Zenetta di Quarto") può subire incrementi di portate di un certo significato; per il contesto morfologico naturale/antropico, risulta potenzialmente critica l'immissione nel Savena Abbandonato. Poco a monte della trasversale di pianura, lo scolo "Zena Superiore" diviene l'asse di drenaggio principale del sottobacino e nel territorio NE, l'alveo del Zena Superiore presenta una discreta riduzione della pendenze. Il suo by-pass della "trasversale di pianura" risulta un'ulteriore potenziale criticità.

Il settore NE del Comune di Granarolo rappresenta una "conca morfologica", e dunque con possibilità di allagamenti;

- il sottobacino "Lorgana Superiore/Inferiore - Canale Lorgana" comprende il territorio NO del Comune di Granarolo, il territorio più occidentale di Minerbio e Baricella e gran parte del territorio comunale di Malalbergo. Si tratta di un sottobacino

delimitato a est dal dosso morfologico e dalle arginature dello scolo "Savena Abbandonato" e a ovest dalle arginature del Canale Navile. Risulta principalmente drenato dallo scolo Lorgana.

Le numerose arginature e rilevati stradali costituiscono per gran parte del territorio elementi di possibile ostacolo al deflusso delle acque superficiali. Vengono dunque delimitati areali suscettibili di allagamenti persistenti, come il territorio a monte degli argini del Canale Emiliano-Romagnolo, e come il territorio a monte degli argini del "Diversivo" (comprendendo anche la frazione Casoni).

Anche lo scolo a lato della SS n.64 rappresenta un significativo asse drenante, con possibili criticità riconducibili a eventuali picchi di portata (si ritiene possa avere possibili criticità anche a monte del by-pass della "trasversale di pianura").

L'ampia area produttiva di Altedo rappresenta un territorio caratterizzato da estesi settori già impermeabilizzati. Tuttavia, si riscontrano molti areali (lottizzazioni) non ancora edificati che possono rappresentare anche un'opportunità per interventi di compensazione idraulica a supporto di questo polo produttivo.

Si evidenzia anche una diffusa e potenziale allagabilità (con persistenza) del territorio a Ovest di Altedo a causa delle quote di campagna ribassate delle arginature del Navile.

Lo scolo "Castelvecchio Inferiore" (a est di Altedo), con la sua funzione di drenaggio, rappresenta un elemento di difesa del territorio urbano rispetto a eventuali rotte d'argine del Savena Abbandonato.

Infine, tutto il territorio a nord della frazione Boschi risulta suscettibile ad allagamenti anche persistenti (conca morfologica);

- il sottobacino "Fiumicello Bruciate Superiore/Inferiore" comprende il settore centrale del territorio dell'Unione e risulta delimitato verso ovest dal dosso morfologico e dalle arginature dello Scolo "Savena Abbandonato". A est, il sottobacino è invece circoscritto dal dosso morfologico (anch'esso attribuito al Savena) sul quale si insediano Minerbio e Baricella e molte frazioni. Lo scolo "Fiumicello" costituisce il principale asse drenante di questo sottobacino.

Le analisi evidenziano criticità idrauliche a ridosso di tutto l'alveo dello scolo "Fiumicello Bruciate Superiore/inferiore". Questo corso d'acqua può avere incrementi picchi di portata in relazione al contesto morfologico del sottobacino, con allagamenti (es. rotte del "Savena Abbandonato") che possono rapidamente propagarsi nei settori morfologicamente più depressi e verso le zone di conca, situate più nord (oltre Baricella e San Gabriele).

Lungo l'asta dello scolo "Fiumicello", nel settore più meridionale del sottobacino (territorio di Minerbio) si sono delimitati areali potenzialmente allagabili con possibile persistenza, a monte degli argini del Canale Emiliano-Romagnolo (il by-pass dello scolo drenante "Fiumicello Bruciate Superiore" rappresenta una possibile criticità).

Il territorio comprendente gli areali produttivi Ca de' Fabbri può risultare potenzialmente interessato da allagamenti con possibilità di persistenza delle acque (per quote ribassate, per arginature e per condizioni morfologiche in senso più generale). Anche questa zona produttiva, inoltre, presenta estese superfici sostanzialmente "impermeabili" che potrebbero incrementare le condizioni di stress idraulico dello scolo "Fiumicello".

La parte più settentrionale del sottobacino è infine caratterizzata da una potenziale allagabilità anche persistente per la presenza di ampie conche morfologiche, di quote di campagna più depresse con scarso declivio, inoltre per la presenza di rilevati (argini e sedi stradali);

- il sottobacino "Fiumicello Dugliolo - Zena Superiore/Inferiore" comprende il territorio più orientale dell'Unione e in particolare dei Comuni di Minerbio e Baricella. Il sottobacino risulta delimitato a ovest dal dosso morfologico (attribuito al Savena) sul quale si insediano Minerbio e Baricella e molte frazioni. Il sottobacino è caratterizzato da quote prevalentemente depresse (vedi in particolare il territorio a sud di San Gabriele), scarso declivio, con ampi settori di territorio suscettibili di un'allagabilità che può risultare anche persistente.

Il territorio a nord di S. Martino in Soverzano è delimitato dagli argini dell' "allacciante IV circondario", trasversali al declivio. Questo settore può dunque subire allagamenti anche persistenti.

Anche settore sud orientale di Baricella è potenzialmente allagabile (con quote di campagna ribassate). Inoltre, il reticolo idrografico presente a est del Capoluogo potrebbe presentare criticità (in termini di scolo, in casi di picchi di portata) per la presenza di settori di territorio urbano parzialmente impermeabilizzato;

- il sottobacino "Tombe – Pegola" comprende i territori nord-orientali del Comune di Malalbergo e risulta delimitato dagli argini del Canale Navile e dello scolo "Riolo" a nord. Questo sottobacino ricade in un esteso contesto di conca morfologica, con diffusa presenza di rilevati (argini e strade). Dal punto di vista idraulico, questo sottobacino presenta una propensione a subire allagamenti con tempi di persistenza che potrebbero risultare anche significativi.

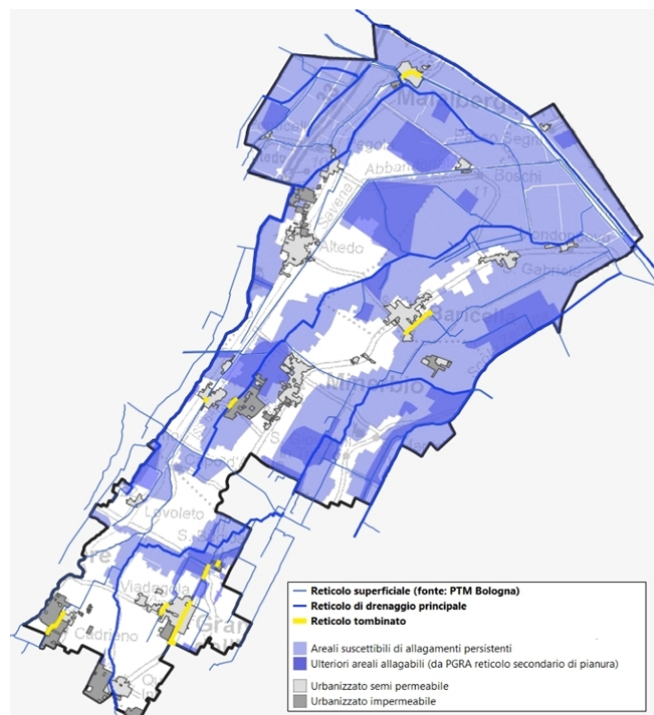
Si sono inoltre delimitati alcuni areali prossimali al fiume Reno, non riconducibili ai sottobacini già descritti e comprendenti anche il territorio urbano di Malalbergo (Cfr. Figura 2). Sono zone di limitata estensione, comprese tra rilevati arginali anche di particolare elevazione. Occorre evidenziare come Malalbergo risulti parzialmente insediato su rilevati di natura antropica che ne consentono una relativa elevazione rispetto al territorio circostante. Questo Capoluogo, tuttavia, rimane molto prossimo ai rilevati arginali (fiume Reno; canale Navile; scolo Riolo), anche di particolare elevazione. In questo senso, le mappe del PGRA includono tutto il sottobacino "Tombe – Pegola" e gli areali prossimali al fiume Reno nelle zone potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3).

Malalbergo, pertanto, risulta l'abitato con le condizioni di pericolosità idraulica più elevate dell'Unione, considerando scenari di rotta o sormonto d'argine del fiume Reno.

Il territorio dell'Unione presenta dunque potenziali criticità idrauliche che differiscono anche in funzione delle diverse caratteristiche morfo-idrauliche del territorio. Per quanto riguarda il territorio sud e centrale dell'Unione, la presenza di spartiacque superficiali e declivi più significativi permettono, in termini complessivi, una migliore condizione di drenaggio/scolo delle acque superficiali. I dossi morfologici, in genere, consentono di salvaguardare parti di territorio da possibili allagamenti o comunque

Occorre anche rammentare come la morfologia della pianura è in grado di condizionare sia la possibile "propagazione" (in termini di velocità e in termini di estensione areale), sia la possibile "persistenza" (in termini temporali) di un eventuale allagamento.

La figura Figura 4 offre una rappresentazione degli areali potenzialmente allagabili e che risultano “zone di attenzione” per la possibile suscettibilità alla persistenza di acque esondate, a prescindere dalla pericolosità derivata dal reticolo principale (dati PGRA e PSAI).

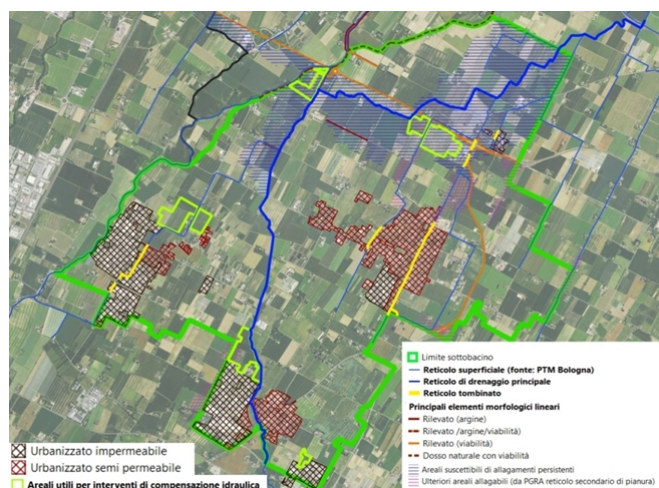


8 - Quaderno: Componente sicurezza territoriale

urbanizzato da ritenersi sostanzialmente "impermeabili": si tratta degli areali produttivi di Cadriano e Quarto Inferiore (Comune di Granarolo dell'Emilia, di Cà de Fabbri (Comune di Minerbio) e di Altedo (Comune di Malalbergo).

In questo senso, la Figura 6 offre una rappresentazione di sintesi delle aree prevalentemente "impermeabili" presenti nel sotto bacino "Zenetta di Quarto - Zena Superiore".

L'analisi morfo idraulica ha peraltro consentito anche una preliminare individuazione di areali che possono risultare utili per una programmazione di interventi di compensazione idraulica nei settori di territorio da ritenersi interessati da potenziali criticità.



Nella seguente tabella vengono riassunti i principali aspetti di criticità /fragilità/sensibilità e valori/opportunità che emergono dal confronto tra l'analisi morfo-idraulica e l'assetto urbano e agricolo del territorio dell'Unione.

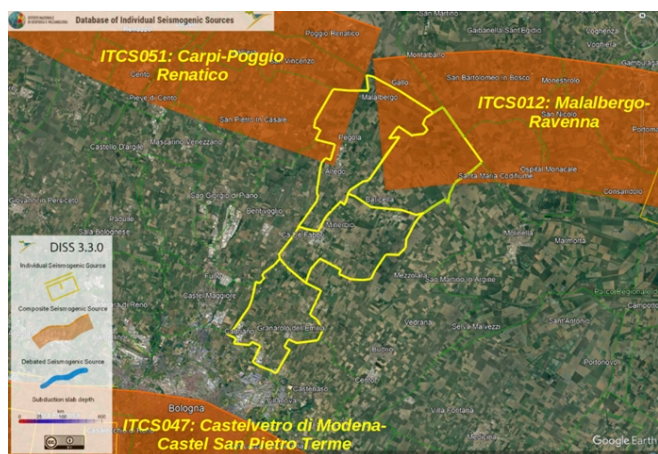
Sintesi quadro diagnostico	
Patrimonio idromorfologico	
Resilienza- punti di forza	Criticità- punti di debolezza
Delimitazione di "sottobacini idrografici", caratterizzati da corsi d'acqua (reticolo consortile), con funzione di drenaggio principale dei seguenti settori di territorio: - "Zenetta di Quarto - Zena Superiore"; - "Lorgana Superiore/Inferiore - Canale Lorgana"; - "Fiumicello Bruciate Superiore/Inferiore"; - "Fiumicello Dugliolo - Zena Superiore/Inferiore"; - "Tombe - Pegola".	Per il territorio dell'Unione, la pianificazione di Bacino e il PGRA, evidenziano le seguenti criticità derivate dal reticolo idrografico principale e secondario: - pericolosità "elevata" P3 per estesi settori del territorio più settentrionale (nei Comuni di Malalbergo e Baricella), con possibilità di allagamenti derivati dal fiume Reno; - pericolosità "elevata" P3 per limitate fasce di territorio esterne agli argini del Savena Abbandonato, del Navile e del Canale diversivo; - rischio idraulico più elevato dell'Unione a Malalbergo, per la prossimità dell'abitato ai rilevati arginali (fiume Reno; canale Navile; scolo Riolo), anche di particolare elevazione; - numerosi areali classificati a pericolosità "elevata" P3 relativi al reticolo consortile (RSP), di estensione più o meno ampia e comunque diffusi in tutti i Comuni dell'Unione.
Settore meridionale dell'Unione (Comune di Granarolo dell'Emilia) altimetricamente più elevato (fino a 26÷25 metri slmm) e con maggior declivio (pendenze medie di circa il 6‰, in alcuni settori il 10‰).	Corsi d'acqua (consortili), principali assi di scolo/drenaggio dei sottobacini idrografici, maggiormente "sollecitati" da possibili condizioni di "stress" idraulico.
Presenza-importanza dei dossi morfologici (formati da depositi di canale/argine e di tracimazione fluviale), attribuibili al torrente Savena. Areali altimetricamente più elevati sui quali, per gli evidenti motivi di sicurezza idraulica, si sono storicamente sviluppati molti degli insediamenti urbani dell'Unione (comprese Minerbio e Baricella).	Presenza di estesi settori con naturale difficoltà di scolo (territorio più settentrionale dell'Unione), nonché suscettibili di allagamenti con possibile persistenza delle acque ("conche morfologiche"; areali altimetricamente più depressi e con scarso declivio).
	Ostacolo al deflusso delle acque superficiali e in particolare a quelle di possibile allagamento (es.: argini e "trasversale di pianura"), per la presenza di ulteriori elementi morfologici "antropici" in grado di fungere da. L'idrografia a monte di questi elementi morfologici può avere difficoltà di scolo, con possibilità di allagamenti anche persistenti.
	- Progressivo abbandono del territorio rurale, in particolare delle sistemazioni dei terreni "a baulatura", che rappresentano un valore paesaggistico e favoriscono il drenaggio delle acque meteoriche verso le scoline agricole, in particolare nei settori di territorio già caratterizzati da limitate capacità di scolo per scarso declivio (es. "conche morfologiche"); - perdita del reticolo di scolo agricolo (fossi di scolo privati interpoderali) che consente la preservazione di un volume d'acqua di laminazione prima dell'immissione nei canali consortili, con positivi effetti per i maggiori tempi di corrivazione e per l'attenuazione degli incrementi delle portate.
Qualità -elementi di opportunità	Vulnerabilità - minacce
Presenza di areali maggiormente suscettibili di allagamenti persistenti;	...
...	
Temi di attenzione per la "sicurezza" del patrimonio idromorfologico In corrispondenza delle "conche morfologiche" risulterebbero utili azioni/strategie finalizzate alla conservazione/ripristino del reticolo agricolo, con benefici sul territorio sia in termini idraulici (incrementi dei tempi di corrivazione; incrementi dei volumi di laminazione), sia in termini paesaggistici ed ecosistemici. Per i settori di territorio con potenziali criticità e in particolare nelle aree urbanizzate caratterizzate da maggiore impermeabilizzazione dei suoli, l'analisi morfo idraulica ha permesso l'individuazione preliminare di areali/zone utili per una possibile programmazione di interventi di compensazione idraulica. Per queste zone si ritiene altresì necessario prevedere azioni/strategie finalizzate alla "desigillazione" dei suoli. L'analisi morfo idraulica ha evidenziato la presenza di alcuni estesi areali di territorio urbanizzato da ritenersi sostanzialmente "impermeabili": si tratta degli areali produttivi di Cadriano e Quarto Inferiore (Comune di Granarolo dell'Emilia, di Cà de Fabbri (Comune di Minerbio) e di Altedo (Comune di Malalbergo), a cui dare risposta con una programmazione di interventi di compensazione idraulica (il PUG individua ipotesi di areali su cui attuare tale azione).	

Rischio sismico

Pericolosità sismica di base

Il territorio dell'Unione Terre di Pianura è interessato da una sismicità non particolarmente elevata e poco frequente, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. La sismicità di un territorio è tuttavia strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale, dunque alla presenza di strutture geologicamente "attive". Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è quindi l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica (cioè di tutte le informazioni sui terremoti avvenuti nel passato) e della geologia strutturale locale, fattori strettamente connessi tra loro.

La banca dati delle sorgenti sismogeniche DISS (Figura 7) evidenzia come il territorio settentrionale dell'Unione (Malalbergo e Baricella) risulti compreso nelle zone sismogeniche composite denominate ITCS051 "Carpi-Poggio Renatico" ITCS012 "Malalbergo-Ravenna" alla quale vengono associati terremoti storici con valore massimo di magnitudo attribuita pari a $M_w = 6,0$. La sismicità del territorio più settentrionale dell'Unione è dunque prevalentemente correlabile all'attività tettonica compressiva e all'attività del sistema di pieghe-faglie ("thrust" e "backthrust") che ha dato origine, a partire dal Pliocene medio superiore, alle "Pieghe Ferraresi" sepolte (Pieri & Groppi, 1981) che descrivono un arco vergente verso nord, esteso tra Reggio Emilia e la costa adriatica e che si spinge fino ed oltre il Po ferrarese.

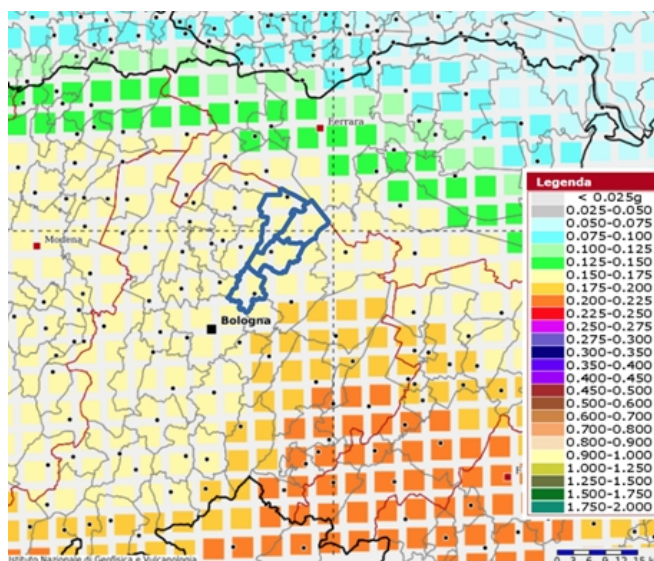


Il territorio meridionale dell'Unione (in particolare Granarolo dell'Emilia) ha risentito anche degli eventi

sismici avvenuti nel contesto di margine appenninico (affiorante) bolognese e associati alla sorgente sismogenica ITCS047 "Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme".

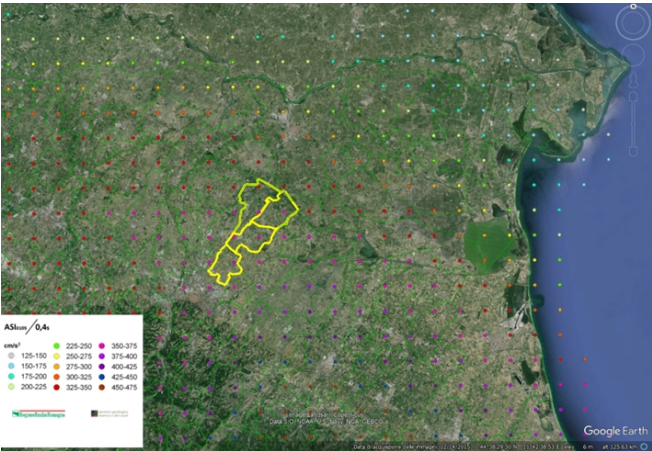
Ai fini della pianificazione e/o della progettazione di costruzioni, la "pericolosità sismica di base" è definita mediante un approccio "sito dipendente", basata sulla mappa MPS04. La MPS04 è l'attuale riferimento in Italia per gli studi sulla pericolosità sismica (cfr. OPCM 3519/2006) e per le norme di progettazione delle costruzioni. La mappa riporta la distribuzione sul territorio nazionale, mediante una griglia di punti (Figura 8), dell'accelerazione di picco del suolo di riferimento (agref) su un terreno di tipo A ("bedrock rigido"), con una probabilità del 10% di superamento in 50 anni (o periodo di ritorno di riferimento $TR = 475$ anni). Occorre tenere presente che la mappa MPS04 non tiene conto degli effetti che possono derivare dalle condizioni geologiche e morfologiche locali ("effetti locali") e, soprattutto, dall'amplificazione che lo scuotimento sismico può subire propagandosi verso la superficie.

Per il territorio dell'Unione, la agref presenta una moderata variabilità, con valori compresi tra circa 0,172g e 0,156g, con un tendenziale decremento verso N-NE (comuni di Malalbergo e Baricella).



Per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna, le più recenti deliberazioni regionali (DGR 630/2019; DGR 476/2021) hanno inoltre introdotto un nuovo parametro di rischio sismico, definito come "Acceleration Spectrum Intensity" (ASIUHS) e che

rappresenta un valore di integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodo $0,1s \leq T \leq 0,5s$. I valori di ASIUHS per tale intervallo di periodo sono stati calcolati per ogni punto della griglia INGV (Figura 3) e vengono utilizzati, per la mappatura della pericolosità territoriale in funzione della distribuzione del parametro HSM (Naso et al. 2019). Nella Figura 9 vengono rappresentati i punti della griglia INGV classificati per valori di Acceleration Spectrum Intensity (ASIUHS) calcolati per l'intervallo di periodo $0,1s \leq T \leq 0,5s$ (valori di riferimento per la microzonazione sismica di "livello 2").



Se per il territorio dell'Unione la sismicità può considerarsi non particolarmente elevata e poco frequente, il rischio sismico è tuttavia da considerarsi elevato per l'importante esposizione urbana e per la vulnerabilità di gran parte dei centri abitati presenti (in particolare dei centri storici).

In questo senso, la banca dati nazionale DBMI15 riporta, per i singoli territori comunali, massime intensità macrosismiche (Imax) non particolarmente significative, cioè fino al V-VI grado, come rappresentato nella Tabella 1e nella Figura 10.

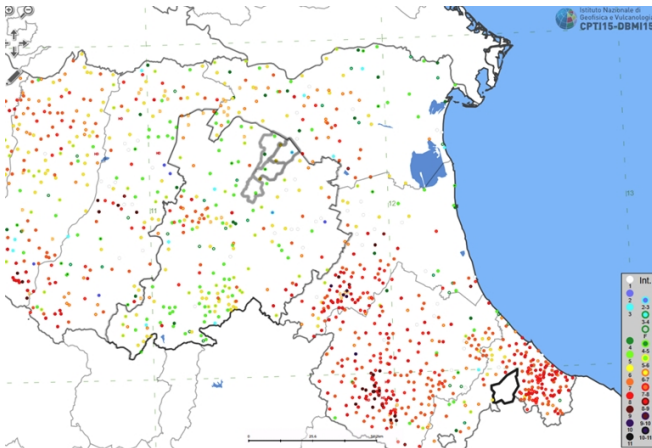
Si rammenta come la classificazione macrosismica, diversamente alle scale di magnitudo per i terremoti (che esprimono l'energia sismica rilasciata dal terremoto), venga utilizzata per rilevare l'intensità degli effetti/danneggiamenti provocati da un terremoto in un luogo specifico.

Località	Prov	Imax	EQs
Baricella	BO	6	14
Boschi	BO	6	1
Mondonuovo	BO	2-3	1

Località	Prov	Imax	EQs
Altedo	BO	4	3
Malalbergo	BO	5	15

Località	Prov	Imax	EQs
Ca' de' Fabbri	BO	NF	1
Minerbio	BO	4-5	15

Località	Prov	Imax	EQs
Granarolo dell'Emilia	BO	5	10



A prescindere dagli effetti locali che il sisma può localmente indurre, la Figura 7 evidenzia la stretta correlazione tra le massime intensità macrosismiche e la vicinanza degli abitati rispetto agli epicentri dei terremoti storicamente noti: le max più elevate risultano infatti concentrarsi nelle aree sismogeniche note, sia appenniniche, sia di margine affiorante e sepolto nella pianura (cfr. "pieghe ferraresi" sepolte).

Occorre evidenziare come un'analisi di rischio sismico locale, basata sulla sola componente di "pericolosità sismica di base", risulti particolarmente complessa, in quanto fortemente condizionata dalla quantità/qualità di dati storici disponibili (terremoti; danni correlati; ecc.), in relazione ai tempi di ritorno dei sisma. Occorre anche considerare come, a fronte di una possibile stima della pericolosità sismica di base, negli ultimi secoli il territorio dell'Unione abbia comunque subito un notevole aumento dell'esposizione, per l'espansione degli insediamenti non solo urbani e della popolazione nonché per l'incremento delle reti infrastrutturali. Occorre infine considerare la generale vulnerabilità dei manufatti presenti: la suscettibilità al danneggiamento degli elementi esposti può essere certamente correlata

alla vetustà delle costruzioni e in tal senso gli insediamenti storicamente più antichi risultano maggiormente vulnerabili.

Occorre tuttavia segnalare come la prima classificazione sismica per i Comuni dell'Unione Terre di Pianura, risale solamente al 2003 (zona 3), pertanto la progettazione degli edifici/manufatti precedente a tale data è in pratica priva di verifiche sismiche. A titolo d'esempio, nei vicini Comuni della Provincia di Ferrara lo sciame sismico del maggio/giugno 2012 ha causato danni anche a edifici e capannoni produttivi relativamente recenti.

L'entrata in vigore delle più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008 e NTC2018) ha comportato, pertanto, un importante e positivo "salto qualitativo" imposto alla progettazione delle costruzioni, con l'introduzione di verifiche sismiche basate sia sulla "pericolosità sismica di base" di riferimento (mappa MPS04), sia sulle caratteristiche prestazionali dei manufatti da realizzare, sia sulle condizioni di risposta sismica locale (introducendo anche "categorie di sottosuolo" per le verifiche semplificate).

Si vuole tuttavia evidenziare come l'attuale "pericolosità sismica di base" (mappa MPS04) induca un'importante variabilità sulle procedure (input) di verifica sismica per costruzioni situate in parti di territorio relativamente limitati. Come esempio, circoscritto alla Città Metropolitana di Bologna, nel territorio di pianura imolese le verifiche sismiche di progetto sulle costruzioni risultano fino a un 30% più severe rispetto a una analoga analisi effettuata in settori di territorio di pianura dell'Unione Terre di Pianura: ne consegue che le verifiche sismiche per una costruzione "ordinaria" (es. un'abitazione mono familiare) progettata nella pianura imolese possono risultare addirittura più cautelative rispetto alle verifiche sulla resistenza sismica effettuate per un edificio scolastico (non strategico) da realizzare, ad esempio, a Malalbergo. A prescindere dai futuri aggiornamenti normativi riguardanti il tema della sicurezza sismica, è sempre auspicabile, anche da parte delle Amministrazioni comunali, una doverosa sensibilità verso la progettazione, il consolidamento e la nuova costruzione di edifici di uso sia pubblico che privato.

Pericolosità sismica locale

Ai fini della riduzione del rischio sismico, la legislazione della Regione Emilia-Romagna già richiede da tempo (cfr. LR 47/1978) che gli strumenti urbanistici siano supportati da studi di sostenibilità geologica e, per i Comuni classificati sismici, anche da analisi della pericolosità sismica.

Su questo specifico tema, la continua evoluzione scientifica e normativa, sia di livello nazionale che regionale, ha infine condotto a definire e codificare negli ultimi anni indirizzi e criteri per effettuare studi territoriali di pericolosità e di microzonazione sismica (ICMS 2008; DGR 112/2007; DGR 2193/2015; DGR 630/2019; DGR 476/2021 e succ).

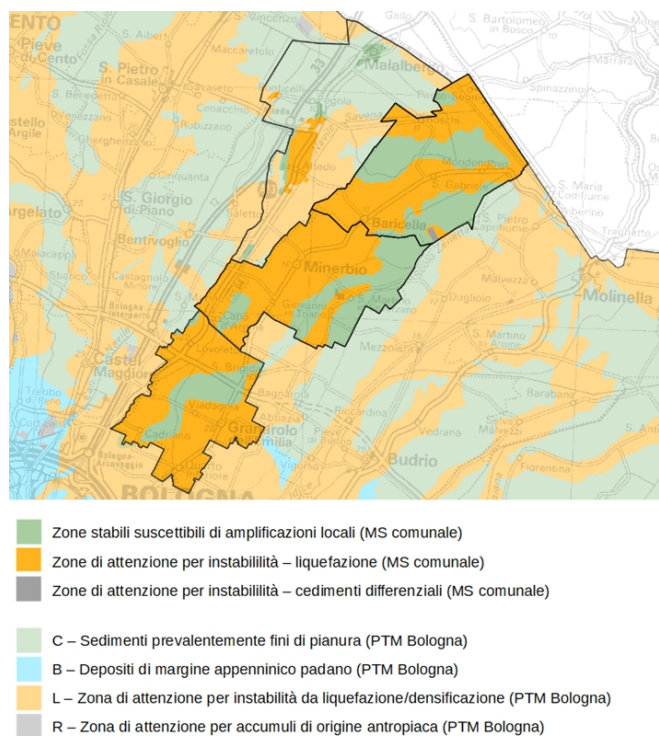
Si rammenta che, con il termine di microzonazione sismica (MS), si intende "la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni in caso di terremoto" e che tale studio costituisce uno "degli strumenti più efficaci per la riduzione del rischio sismico in quanto permette, fino dalle prime fasi della pianificazione urbanistica, di valutare la pericolosità sismica nelle aree urbane e urbanizzabili, indirizzare i nuovi interventi verso zone a minore pericolosità e programmare interventi di mitigazione del rischio nelle zone in cui sono presenti particolari criticità" (cfr. DGR 476/2021).

I Comuni dell'Unione Terre di Pianura dispongono di studi di pericolosità e di microzonazione sismica, elaborati in fasi temporali diverse, tutte supportate da indagini geognostiche/geofisiche più specifiche. In particolare, Malalbergo dispone di uno studio di microzonazione sismica di "livello 2" redatto ai sensi dell'OCDPC 344/2016, mentre Baricella, Granarolo dell'Emilia e Minerbio dispongono di ancor più recenti studi di microzonazione sismica, con approfondimenti fino al "livello 3" (OCDPC 532/2018). Per tutti i Comuni, inoltre, sono state elaborate le analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE).

Gli studi di MS e CLE sono tuttavia da recepire nella pianificazione comunale (PUG). Per la MS e CLE di Malalbergo, le più recenti revisioni degli Indirizzi regionali (DGR 630/2019) ha imposto un ulteriore processo d'aggiornamento degli elaborati da produrre (nuove rappresentazioni cartografiche dei fattori di amplificazione in termini di intensità spettrali SA e SI; elaborazione di una cartografia di

"Hazard" che rappresenti la distribuzione sul territorio dei valori di H_s).

Gli studi di MS contenuti nei PUG, inoltre, risultano anche coerenti con le disposizioni introdotte nel PTM di Bologna, recentemente approvato (con deliberazione del consiglio metropolitano n.16 del 12/05/2021).



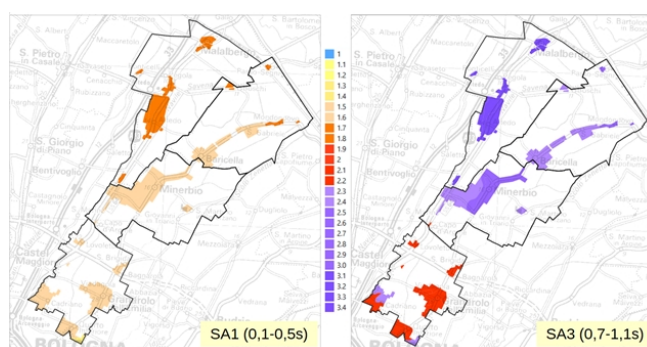
Gli studi di microzonazione sismica comunali hanno evidenziato, per tutto il territorio dell'Unione, una suscettibilità all'amplificazione di carattere stratigrafico. Estesi settori del territorio dell'Unione risultano anche caratterizzati da una potenziale propensione alla liquefacibilità dei sedimenti indotta da scuotimento sismico. Questo effetto cosismico è correlabile alla presenza nel sottosuolo meno profondo (fino a 20 metri) di paleoalvei sepolti prevalentemente attribuiti al Savena nonché al Reno in limitati settori più settentrionali del territorio di Malalbergo e Baricella. Sono state delimitate, inoltre, alcune "zone di attenzione" riconducibili ad accumuli/tombamenti di origine antropica.

La Figura 11 offre una rappresentazione di sintesi delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS). Occorre rammentare che per i Comuni di Baricella, Granarolo e Minerbio le indagini disponibili hanno consentito di estendere l'approfondimento di "livello 1" (individuazione delle MOPS) a tutto il territorio comunale, introducendo alcune revisioni alle

delimitazioni degli areali suscettibili di effetti locali già riportati nella Tav. 4 del PTM.

Per quanto riguarda la risposta sismica locale, il territorio dell'Unione è stato ampiamente investigato da registrazioni accelerometriche eseguite con tecnica HVSR per evidenziare in modo speditivo la presenza nel sottosuolo di strutture sismostratigrafiche sepolte in grado di condizionare le caratteristiche dell'amplificazione delle onde sismiche al suolo. In questo senso, gli esiti delle registrazioni HVSR riportati nelle cartografie delle "frequenze naturali dei terreni", hanno evidenziato basse frequenze fondamentali di vibrazione (F_0 compresi tra 0,6 Hz e 1,0 Hz) in tutto il territorio dell'Unione, dimostrando la presenza di riflettori sismici relativamente profondi (indicativamente >80 metri).

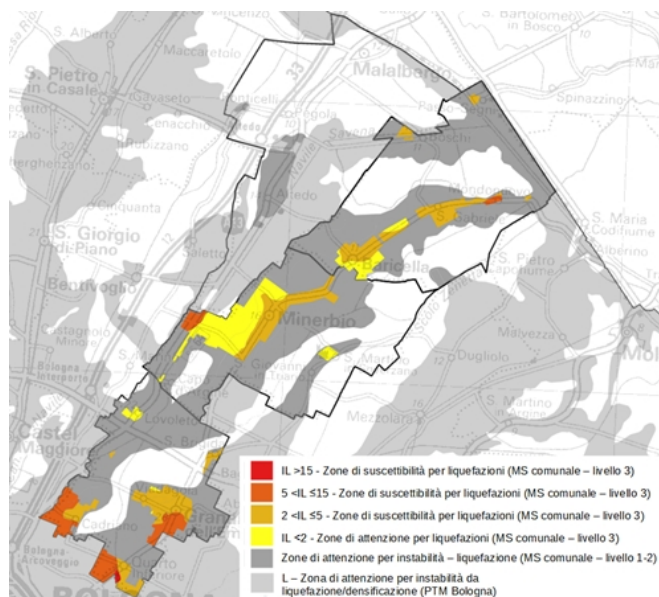
Gli esiti della risposta sismica, sono risultati sostanzialmente omogenei nel territorio studiato. Occorre precisare che per i Comuni di Baricella, Granarolo e Minerbio gli approfondimenti di "livello 3" hanno consentito di effettuare analisi numeriche della RSL. Le simulazioni numeriche indicano una maggiore variabilità dei risultati in termini di amplificazioni rispetto all'approccio semplificato (l'uso degli abachi RER), come prevedibile in conseguenza all'incrementate delle variabili sismostratigrafiche che sono state considerate per la caratterizzazione sismica del sottosuolo.



A titolo esemplificativo, la Figura 12 riporta un confronto sintetico tra gli esiti dei fattori di amplificazione in termini di intensità spettrali SA1 (per l'intervallo di periodo $0.1s \pm 0.5s$, generalmente più rappresentativo per l'edificazione di elevazione media-bassa) e SA3 (per l'intervallo di periodo $0.7s \pm 1.1s$, generalmente più rappresentativo per l'edificazione di maggiore elevazione cioè oltre 8÷10

piani). I fattori di amplificazione SA3 risultano diffusamente più elevati nel territorio dell'Unione rispetto ai fattori di amplificazione SA1, coerentemente con i risultati di frequenze fondamentali riscontrate ai bassi periodi.

Per una più esaustiva descrizione riguardante la metodologia e i risultati ottenuti dalle analisi sismiche, si rimanda alla Relazione descrittiva e alle cartografie e agli ulteriori allegati prodotti per gli studi di MS.



Gli approfondimenti della MS fino al "livello 3" espletati per Baricella, Granarolo dell'Emilia e Minerbio, hanno consentito di effettuare ulteriori verifiche quantitative (suscettibilità) della liquefazione nelle "zone di attenzione" individuate con il primo livello di analisi. Tali verifiche si sono ovviamente concentrate nelle aree urbanizzate e nel territorio limitrofo e hanno consentito di classificare gli areali suscettibili di liquefazione secondo classi di pericolosità in funzione dell'Indice Potenziale di liquefazione (Sonmez, 2003).

Le verifiche della suscettibilità alla liquefazione hanno evidenziato per tutti i Comuni areali a differente pericolosità in funzione delle caratteristiche stratigrafiche (spessori e confinamento degli strati granulari/incoerenti) e idrogeologiche (soggiacenza della falda), con più estesi settori di maggiore pericolosità nel territorio urbanizzato di Granarolo dell'Emilia (Figura 13).

La "pericolosità sismica locale" diviene, dunque, un'altrettanta componente essenziale per l'analisi del

rischio sismico. La crescente sensibilità delle Amministrazioni comunali verso il tema della sicurezza sismica permette di incrementare, anche grazie agli studi di microzonazione, il livello di cognizione complessiva con positive ricadute sulla programmazione urbanistica e sulla progettazione delle costruzioni.

Nel primo caso, l'individuazione di "zone di attenzione" consente di ponderare fin da subito eventuali limitazioni alle previsioni d'uso del territorio, valutare alternative di sedime (eventuale delocalizzazione, se necessario e possibile), oppure valutare azioni di mitigazione, con vantaggi sulle tempistiche e sull'economia degli interventi da programmare. Gli esiti della microzonazione sismica consentono, oltretutto, di individuare eventuali priorità (e dunque programmare) interventi migliorativi o di consolidamento per edifici esistenti, in particolare per edifici pubblici, anche con funzionalità strategiche.

Per quanto riguarda la progettazione delle costruzioni, gli studi di microzonazione sismica sono fondamentali strumenti conoscitivi per espletare gli approfondimenti necessari, con un "piano delle indagini" adeguato. In questo senso, le esperienze già maturate nel territorio regionale confermano come gli studi di MS abbiano oggettivamente contribuito, negli ultimi 10-15 anni, a un effettivo incremento della qualità delle indagini geognostiche/geofisiche effettuate sia per la caratterizzazione sismica, sia per quella geotecnica del sottosuolo.

Per le estese "zone di attenzione" per liquefazione vi è, infatti, un'ulteriore necessità di approfondimenti sito specifici. Anche i risultati della risposta sismica ottenuti dalle registrazioni delle frequenze di vibrazione naturali dei terreni permettono di valutare, già in fase di progettazione preliminare, la possibilità di effetti di "risonanza" in relazione alle tipologie di costruzioni da realizzare.

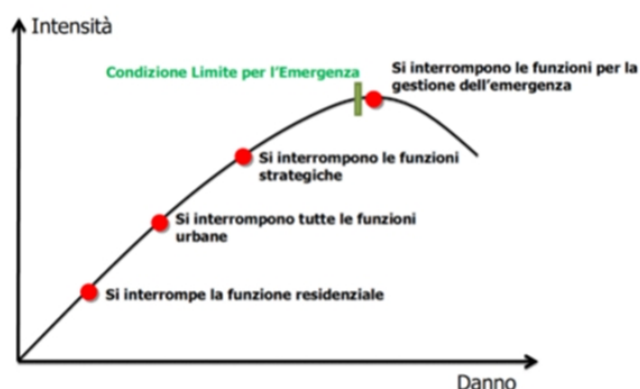
Nella seguente tabella vengono riassunti i principali aspetti di criticità /fragilità/sensibilità e valori/opportunità che emergono dal confronto tra l'analisi della pericolosità sismica e il territorio dell'Unione.

Sintesi quadro diagnostico	
Rischio sismico	
Resilienza- punti di forza	Criticità- punti di debolezza
- Esistenza per i Comuni dell'Unione di studi di pericolosità sismica e di MS. Per Baricella, Granarolo dell'Emilia e Minerbio la microzonazione comprende approfondimenti di "livello" relativi alla risposta sismica locale (amplificazioni al suolo) e alla suscettibilità alla liquefazione; - Sismicità non particolarmente elevata e poco frequente per tutto il territorio dell'Unione.	- Il Rischio sismico è da considerarsi elevato per l'incremento dell'esposizione urbana e per la vulnerabilità di gran parte dei centri abitati presenti. - La Prima classificazione sismica per i Comuni dell'Unione risale solo al 2003 (tutti in "zona 3"); - Edifici costruiti o ristrutturati prima del 2003 privi di verifiche sismiche. - Condizioni di amplificazione al suolo dello scuotimento sismico, indotto dalle caratteristiche stratigrafiche locali. La risposta sismica appare relativamente omogenea, con basse frequenze fondamentali di vibrazione naturale dei terreni. - Presenza di estese zone di attenzione per possibilità di liquefazioni dei terreni in caso di sisma.
Qualità -elementi di opportunità	Vulnerabilità - minacce
....	
...	
Temi di attenzione per la "sicurezza" del patrimonio idromorfologico	
Recepimento da parte del PUG degli studi di pericolosità sismica e di MS comunali, per le positive ricadute sulla programmazione urbanistica e sulla qualità complessiva della progettazione di costruzioni. Dal punto di vista urbanistico, il recepimento degli studi di MS nonché la miglior conoscenza delle criticità territoriali (es. amplificazioni e suscettibilità alla liquefazione) dove condurre ad analisi di sostenibilità degli interventi che risultino più efficaci e rapidi. Si potranno valutare o programmare eventuali delocalizzazioni o limitazioni d'uso, nonché interventi di mitigazione del rischio sismico. Gli esiti della MS consentono una più efficace programmazione degli interventi, con incremento della sicurezza sismica, attraverso l'individuazione di priorità. Per quanto riguarda la progettazione delle costruzioni, gli studi di MS forniscono essenziali elementi conoscitivi a supporto del piano delle indagini da prevedere, nonché delle analisi geologiche e delle verifiche geotecniche e sismiche da espletare. Ciò consentirà di incrementare il livello qualitativo della progettazione generale, in particolare per gli edifici con caratteristiche prestazionali più elevate (es. edifici strategici).	

Analisi della condizione limite per l’Emergenza (CLE)

I Comuni Terre di Pianura dispongono delle analisi della Condizione Limite per l’Emergenza (CLE), espletate in concomitanza con l’elaborazione degli studi di microzonazione sismica comunali. L’analisi della CLE è stata svolta grazie a contributi interamente stanziati dal Dipartimento della Protezione Civile nazionale, ai sensi della Legge 77/2009).

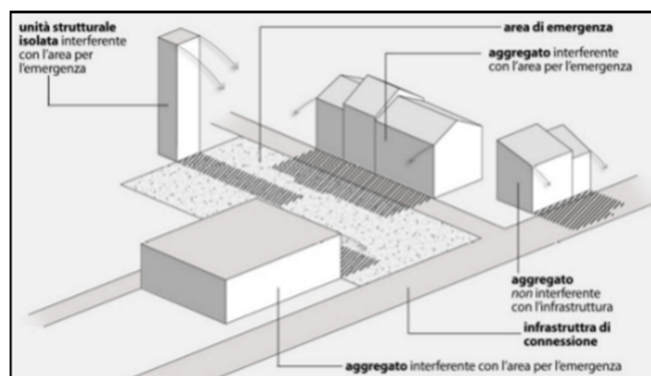
Si definisce come Condizione Limite per l’Emergenza dell’insediamento urbano quella <<condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell’evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre l’interruzione della quasi totalità delle funzioni 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>> (Figura 14).



L’analisi della CLE permette di avere un quadro generale del funzionamento dell’insediamento urbano per la gestione dell’emergenza sismica, anche in relazione al contesto territoriale. Si tratta di una stesura di primo impianto, che tuttavia ha consentito di:

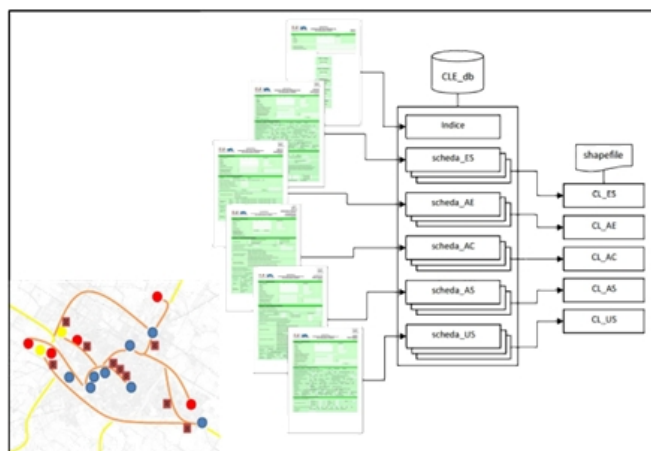
- individuare gli edifici e le aree che garantiscono funzioni strategiche per l’emergenza;
- individuare le infrastrutture di accessibilità e di connessione degli edifici e delle aree di cui sopra;
- individuare gli eventuali elementi critici (es. gli aggregati strutturali e le singole unità strutturali che

possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione – Figura 15).



l’analisi della CLE è stata realizzata attraverso due principali fasi di lavoro (Figura 15):

1. una prima fase “decisionale” (espletata in sinergia con le Amministrazioni comunali e in coerenza con i Piani di Protezione Civile vigenti), finalizzata all’individuazione delle Funzioni Strategiche essenziali, all’individuazione degli edifici/luoghi dove tali funzioni vengono svolte (Edifici strategici, Aree di Emergenza) e all’individuazione della viabilità di accesso e connessione;
2. una successiva fase “anagrafica” completata con specifici rilievi anche specialistici e finalizzata all’archiviazione dei dati mediante apposita modulistica numerica e GIS (compilazione di schede e predisposizione di “shapefile”).



L'impianto della CLE complessivamente predisposto per i Comuni dell'Unione Terre di Pianura è composto da:

- 15 Aree di Emergenza (AE). Non sono state considerate le "Aree di Attesa" (non oggetto di schedatura specifica);
- 37 Edifici Strategici (ES);
- 116 Assi di Accessibilità/Connessione (AC);
- 17 Aggregati Strutturali (AS) interferenti con assi di accessibilità/connessione o con aree di emergenza (o che contengono al loro interno Edifici Strategici);
- 99 Unità Strutturali (US).

In totale sono state redatte 284 schede per l'analisi della CLE, costituite da schede ES, AE, AC, AS ed US.

L'analisi della CLE non ha evidenziato situazioni di criticità particolari, tuttavia si sono evidenziate alcune condizioni di interferenza con la rete infrastrutturale

(viabilità di connessione/accessibilità) e che riguardano soprattutto i Capoluoghi di Baricella, Granarolo dell'Emilia e Malabergo.

Nel complesso, la rete infrastrutturale consente di limitare il più possibile le condizioni di interferenza attraverso scelte alternative per quanto riguarda la viabilità di connessione/accessibilità, valutate nell'analisi della CLE. Ciò dovrebbe garantire la buona efficienza delle attività di emergenza in caso di evento sismico.

Per una più esauritiva descrizione riguardante la metodologia e i risultati ottenuti dalle analisi della CLE si rimanda alle Relazioni descrittive, alle cartografie e agli ulteriori allegati prodotti a supporto dello studio. Nella seguente tabella vengono riassunti i principali aspetti di criticità /fragilità/sensibilità e valori/opportunità che emergono dal confronto tra l'analisi della pericolosità sismica e il territorio dell'Unione.

Sintesi quadro diagnostico	
Analisi della CLE	
Resilienza- punti di forza	Criticità- punti di debolezza
Buona efficienza delle attività di emergenza in caso di evento sismico; la rete infrastrutturale consente di limitare le condizioni di interferenza attraverso scelte alternative della viabilità di connessione/accessibilità.	Alcune condizioni di interferenza con la rete infrastrutturale (viabilità di connessione/accessibilità) che interessano soprattutto i Capoluoghi di Baricella, Granarolo dell'Emilia e Malabergo.
Qualità -elementi di opportunità	Vulnerabilità - minacce
Redazione del PUG	...
Temi di attenzione per la "sicurezza" del patrimonio idromorfologico	
Dal punto di vista urbanistico, il recepimento degli studi di MS e CLE consente una migliore pianificazione dell'emergenza e della protezione civile in generale.	
Attraverso l'individuazione di priorità, si potranno programmare più efficaci interventi finalizzati all'incremento della sicurezza sismica per gli edifici strategici nonché interventi finalizzati alla riduzione delle condizioni di interferenza e del complessivo rischio sismico.	