



ORDINE degli INGEGNERI
della PROVINCIA di CREMONA
via Palestro, 66
26100 CREMONA

ORDINE INGEGNERI LODI



Comune
di
CREMA

INVARIANZA IDRAULICA, IDROLOGICA E RISCHIO IDRAULICO
Università degli studi di Milano – Sede di Crema
Giovedì 23 Maggio 2019

ESEMPI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN AMBITO URBANO

Ing. Riccardo Telò



Crema, 23 Maggio 2019

RISCHIO IDRAULICO IN AMBITO URBANO: PAROLE CHIAVE

Pericolosità idraulica: probabilità di allagamento di un'area in funzione del tempo di ritorno dell'evento meteorico di riferimento

Rischio: relazione tra pericolosità idraulica, entità degli elementi a rischio e vulnerabilità degli stessi

Tempo di Ritorno (TR): tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta

Ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche

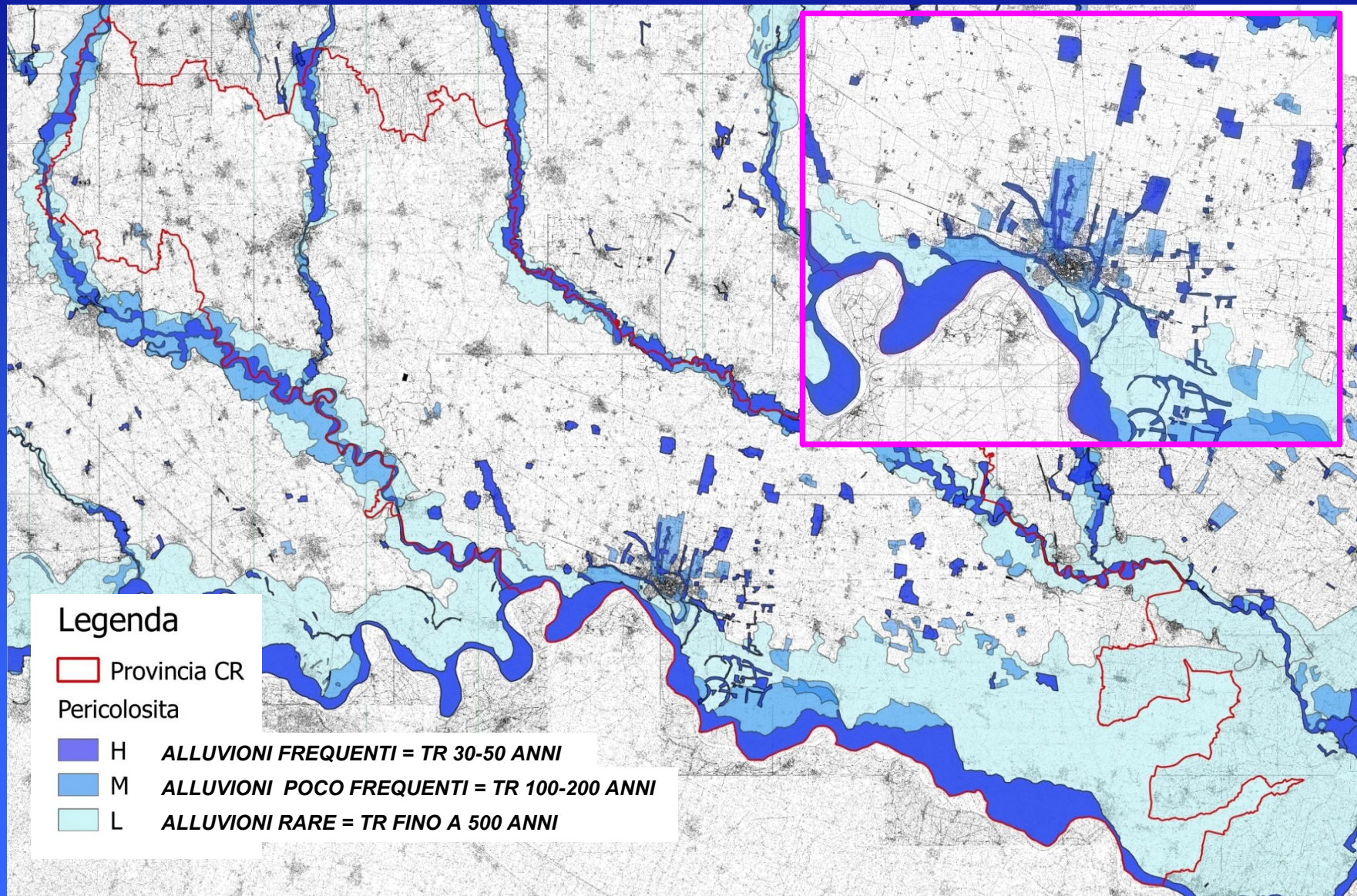
IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.



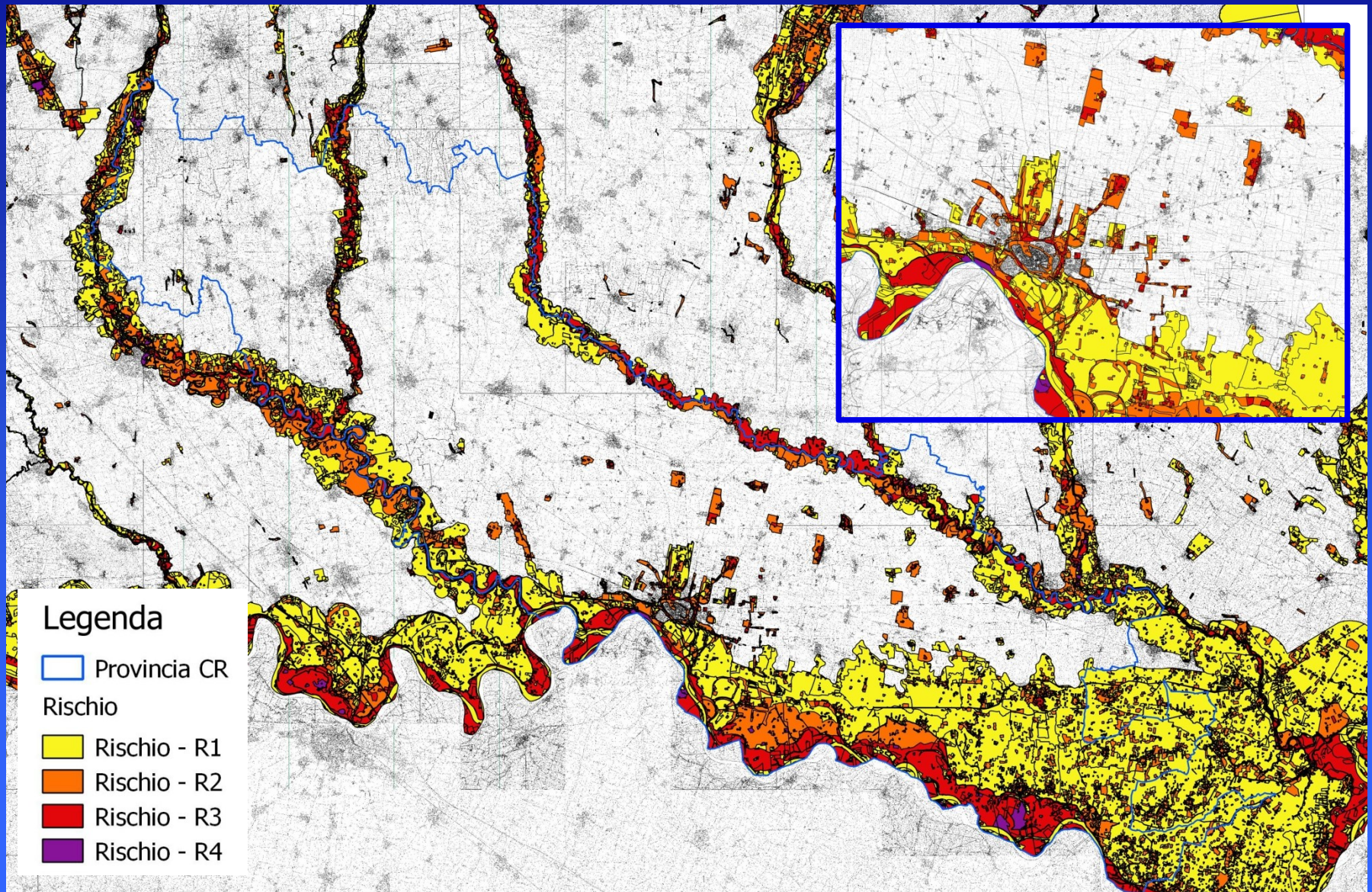
IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

MAPPA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA: reticolo principale e secondario di pianura



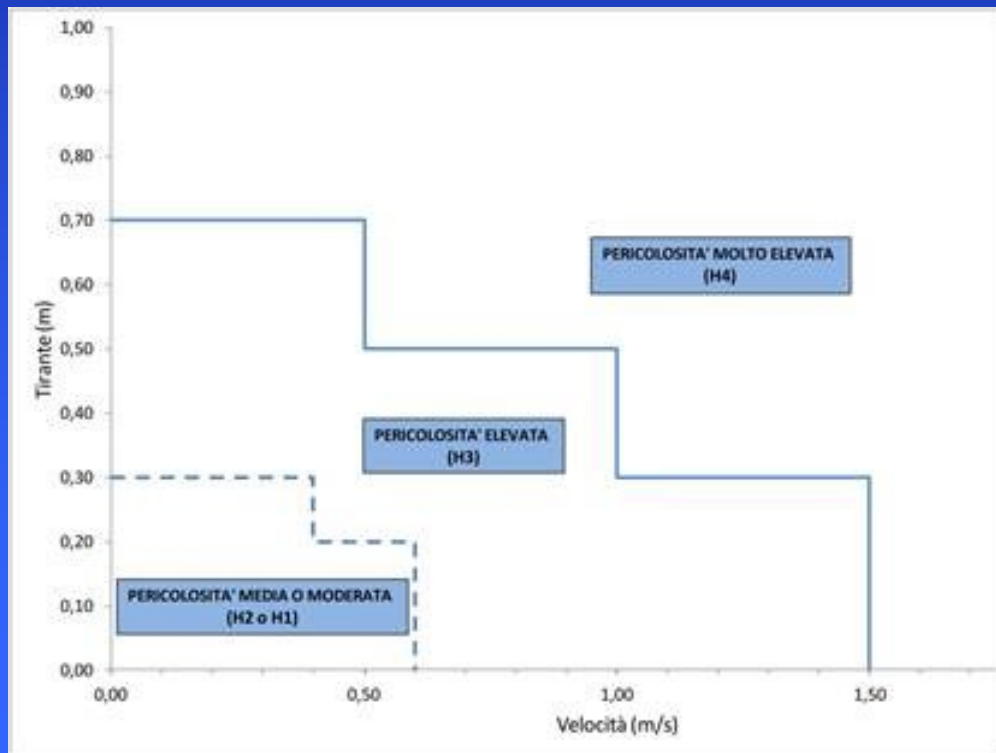
IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

MAPPA DELLA RISCHIO



ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

L'analisi di rischio idraulico DEVE ESSERE condotta a partire dalle principali grandezze idrauliche risultanti dalle simulazioni numeriche di dettaglio effettuate, sulla base delle quali determinare i livelli di pericolosità esistenti. In particolare, il grado di rischio viene determinato dalla combinazione tra la pericolosità idraulica ed il danno potenziale insistenti su di una determinata porzione di territorio. La pericolosità (H) in una determinata zona è definita come la probabilità di accadimento di un evento tale da comportare elementi di pericolosità oggettiva sull'area in oggetto, ed in particolare nel caso di fenomeni relativi alle dinamiche fluviali, è legata al tempo di ritorno di eventi di piena che comportino la sommersione dell'area stessa con il raggiungimento di determinati valori sui principali parametri idraulici di riferimento (tiranti idrometrici e velocità della corrente); il danno potenziale rappresenta l'entità dell'elemento a rischio (si distingue ad esempio un'area adibita a coltivazione da un'altra soggetta a vincolo ambientale o sede di beni a valenza storica e culturale).



La suddivisione in classi di pericolosità di porzioni di territorio potenzialmente interessate da eventi alluvionali richiede, quindi, la delimitazione delle aree di esondabilità in funzione del TIRANTE IDROMETRICO e della VELOCITA' DELLA CORRENTE per un prefissato tempo di ritorno di riferimento. I criteri metodologici per effettuare tale suddivisione sono stati introdotti dal Decreto della Giunta Regionale della Lombardia n. 2616/2011, che prevede la classificazione del territorio in aree a pericolosità: molto elevata (H4), elevata (H3), media (H2) e moderata (H1) in funzione dei valori ottenuti sui principali parametri idraulici di riferimento adottati. Incrociando i risultati ottenuti nei processi di modellazione idrodinamica è quindi possibile procedere alla definizione della pericolosità.

ZONAZIONE DEL RISCHIO

Successivamente alla determinazione della classe di pericolosità, si procede alla valutazione del danno che deriverebbe dal verificarsi di un evento alluvionale, funzione della vulnerabilità e del valore del territorio espressi in termini di attività antropiche presenti sull'area interessata. Il danno potenziale è funzione della vulnerabilità, ovvero dell'attitudine degli elementi presenti nelle aree esondabili a subire danni per effetto del manifestarsi di un determinato evento.

Tipologia di elementi a rischio	Classe di Pericolosità			
	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

DANNO POTENZIALE	ELEMENTI A RISCHIO
E4 - Grave	Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale
E3 - Medio	Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie
E2 - Moderato	Aree agricole di elevato pregio (vigneti e frutteti)
E1 - Basso	Seminativi

Dalla combinazione delle classificazioni effettuate in base alla pericolosità idraulica e alla tipologia di elementi a rischio, si può determinare il GRADO DI RISCHIO ALLA SOMMERSIONE, definito come la possibilità che in una determinata area si verifichi un certo danno a seguito di un particolare evento di piena. In particolare, le classi di rischio idraulico alla sommersione vengono definite dai criteri esposti nella tabella. Dalla combinazione delle classificazioni effettuate in base alla pericolosità idraulica e alla tipologia di elementi a rischio, si può determinare il grado di rischio alla sommersione, definito come la possibilità che in una determinata area si verifichi un certo danno a seguito di un particolare evento di piena.

Classe di Rischio	Infrastrutture e attività antropiche presenti
R4 - Molto elevato	Possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.
R3 - Elevato	Possibili problemi per l'incolumità' delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R2 - Medio	Possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità' del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R1 - Moderato	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali.

COME AFFRONTARE IL RISCHIO IDRAULICO NELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

**La mitigazione del rischio idraulico,
NASCE DALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE:**

PAI+PTCP+PGRA→PGT

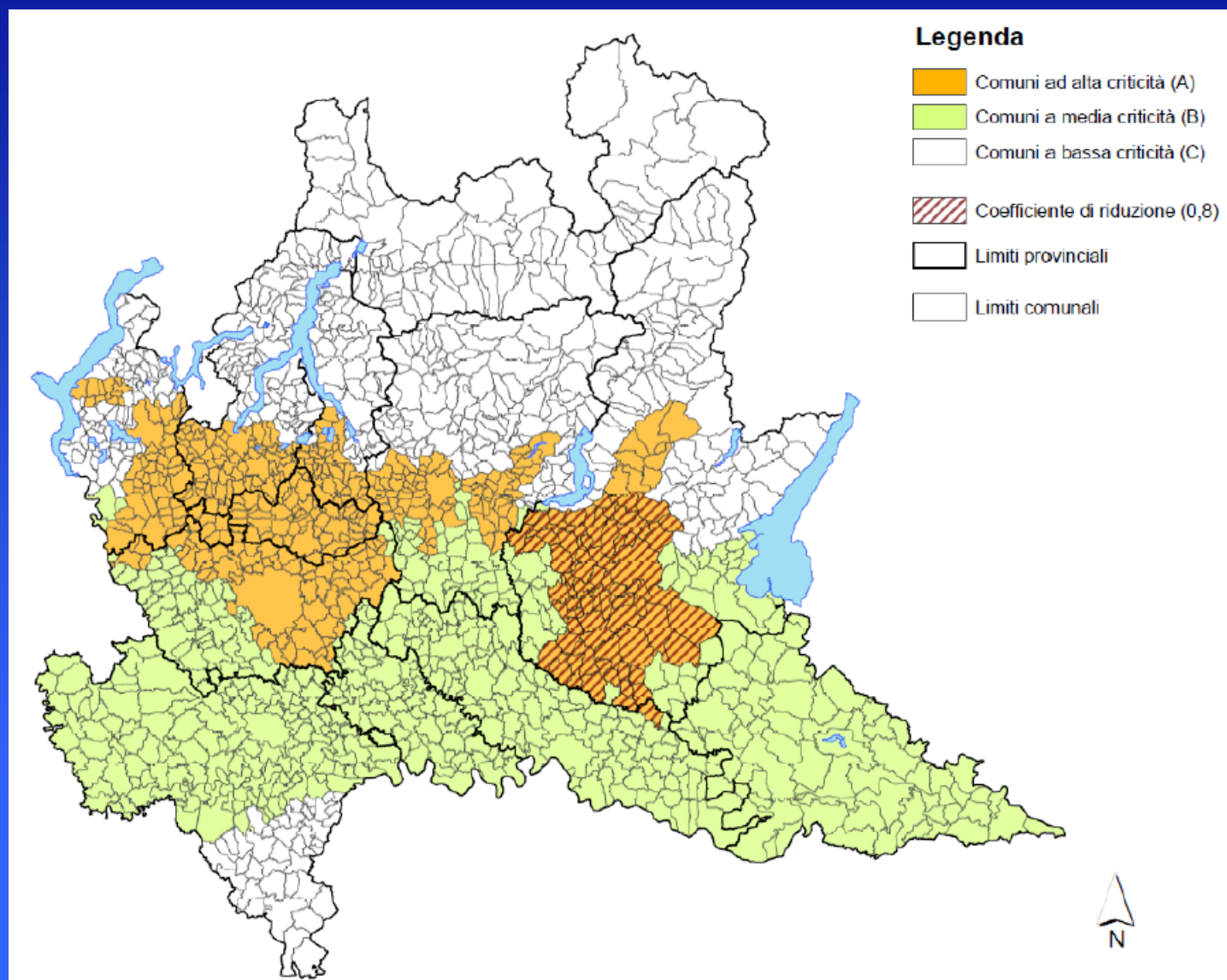
**IN PARTICOLARE DAL PGT DEVE NASCERE
UN MODELLO COMPORTAMENTALE E DALLA CONSAPEVOLEZZA
CHE IL RISCHIO IDRAULICO NON SI PUO' ELIMINARE**

che si traduce :

- nella definizione di vincoli e criteri progettuali**
- nell' indicare strumenti atti all' INFORMAZIONE ai cittadini**
- all' integrazione dei PIANI DI EMERGENZA**

R.R. n.7/2017 – INVARIANZA IDRAULICA

CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI A DIVERSA CRITICITA' IDRAULICA



R.R. n.7/2017 - n.8/2019 - INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

E' obbligatorio per tutti i Comuni ricadenti nelle aree A e B.

E' consigliato per i Comuni ricadenti in aree C qualora vi sia evidenza di allagamenti sul territorio comunale.

Lo studio determina le condizioni di pericolosità idraulica ed individua le situazioni di rischio che necessitano di interventi strutturali e non strutturali e contiene:

- 1. Definizione dell'evento meteorico di riferimento per TR 10-50-100 anni,**
- 2. Individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento,**
- 3. Delimitazione delle aree soggette ad allagamento mediante modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei deflussi in termini di volumi e portate, conoscenza della conformazione morfologica (DBT o LIDAR), valutazione della capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti coi dati di dettaglio forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato, valutazione della capacità di smaltimento dei corpi idrici superficiali, individua le aree in cui si accumulano le acque provocando allagamenti, individuazione delle aree NON ADATTE o POCO ADATTE alla infiltrazione delle acque pluviali nel suolo , (6bis)**
- 4. Mappatura della pericolosità idraulica,**
- 5. Individuazione delle misure strutturali e non strutturali di invarianza idrologica e idraulica.**
- 6. Individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali**

R.R. n.7/2017 - n.8/2019 - INTEGRAZIONE TRA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE E PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica e individua le situazioni di rischio che necessitano di interventi strutturali e non strutturali e contiene:

- 1. Delimitazione e mappatura delle aree a pericolosità (rischio) idraulico del territorio comunale sulla base degli atti pianificatori esistenti, delle documentazioni storiche e alle conoscenze locali,**
 - 2. Indicazione di massima delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica e loro localizzazione, sia per la parte urbanizzata sia per gli ambiti di nuova trasformazione,**
 - 3. Indicazione delle misure non strutturali sia per l'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica che per il controllo e riduzione delle condizioni di rischio**
- 3bis individuazione delle aree NON ADATTE o POCO ADATTE alla infiltrazione delle acque pluviali nel suolo**

ADEGUAMENTO DEL PGT

**COMPONENTE GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT**



**DELIMITAZIONE DELLE AREE
SOGGETTE AD ALLAGAMENTO**

PIANO DEI SERVIZI



MISURE STRUTTURALI

COSA BISOGNA FARE???????



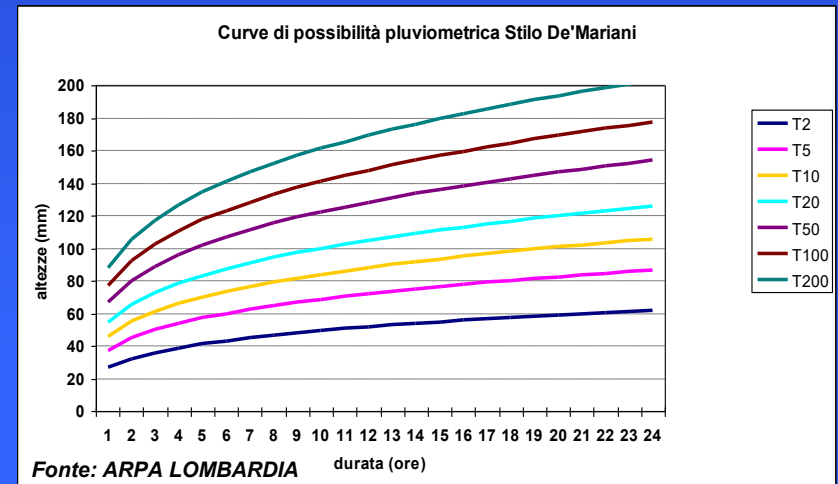
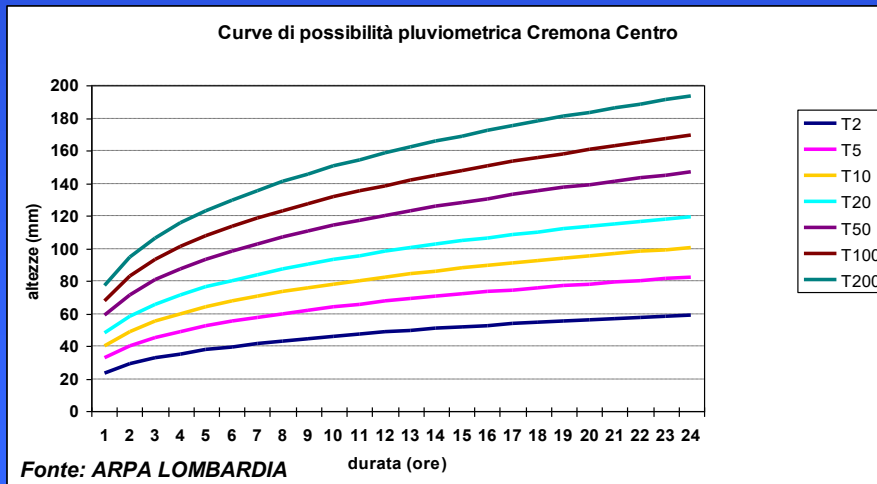
LO STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO DELLA CITTA' DI CREMONA

QUADRO CONOSCITIVO



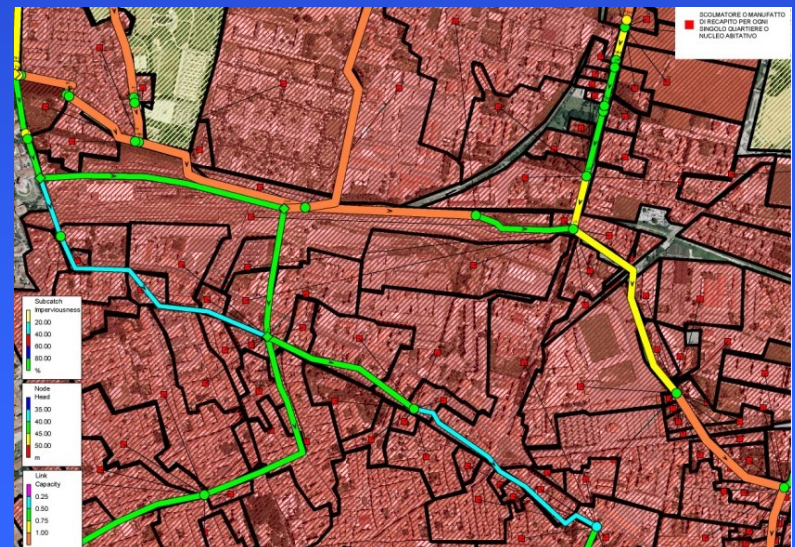
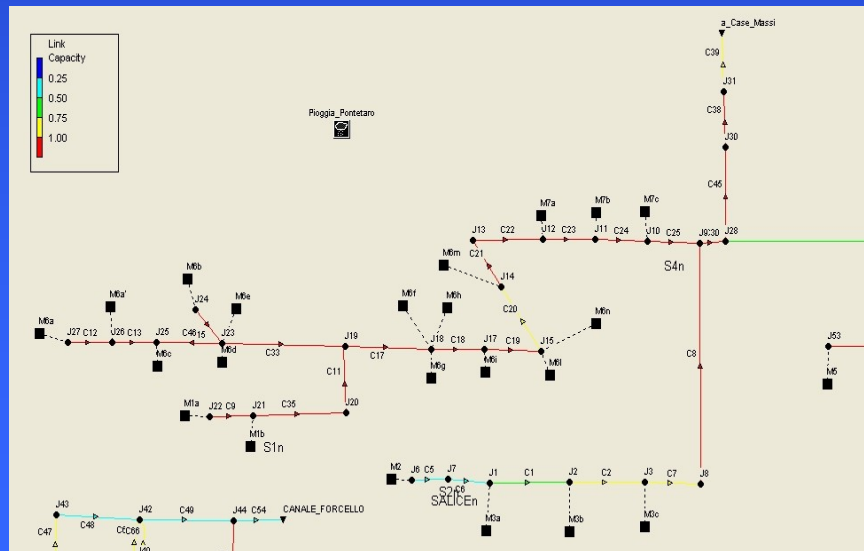
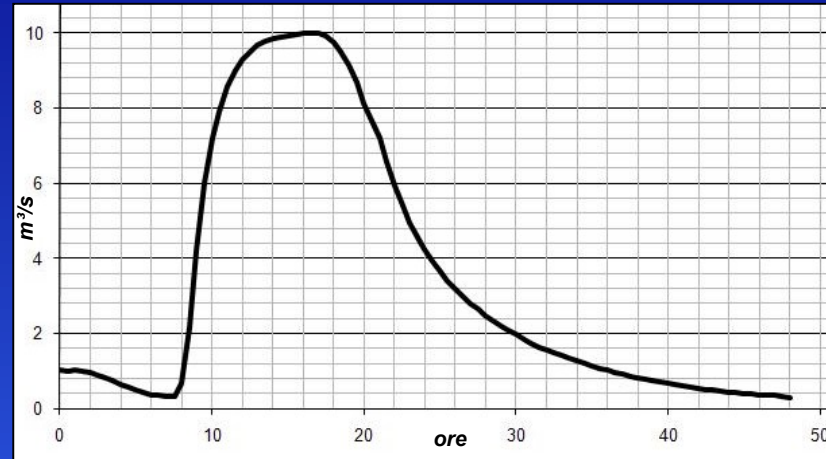
RILIEVI TOPOGRAFICI REALIZZATI NELL'AMBITO DELLO STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI CREMONA

	N° Sezioni Rilevate	Lunghezza aste fluviali rilevate (km)	Estensione Bacini idrografici analizzati (km ²)
Bacino idrografico afferente ai cavi Morbasco, Cerca e Fregalino-Fossadone	320	180	230



LO STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO DELLA CITTA' DI CREMONA

MODELLAZIONE AFFLUSSI - DEFLUSSI



LO STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO DELLA CITTA' DI CREMONA

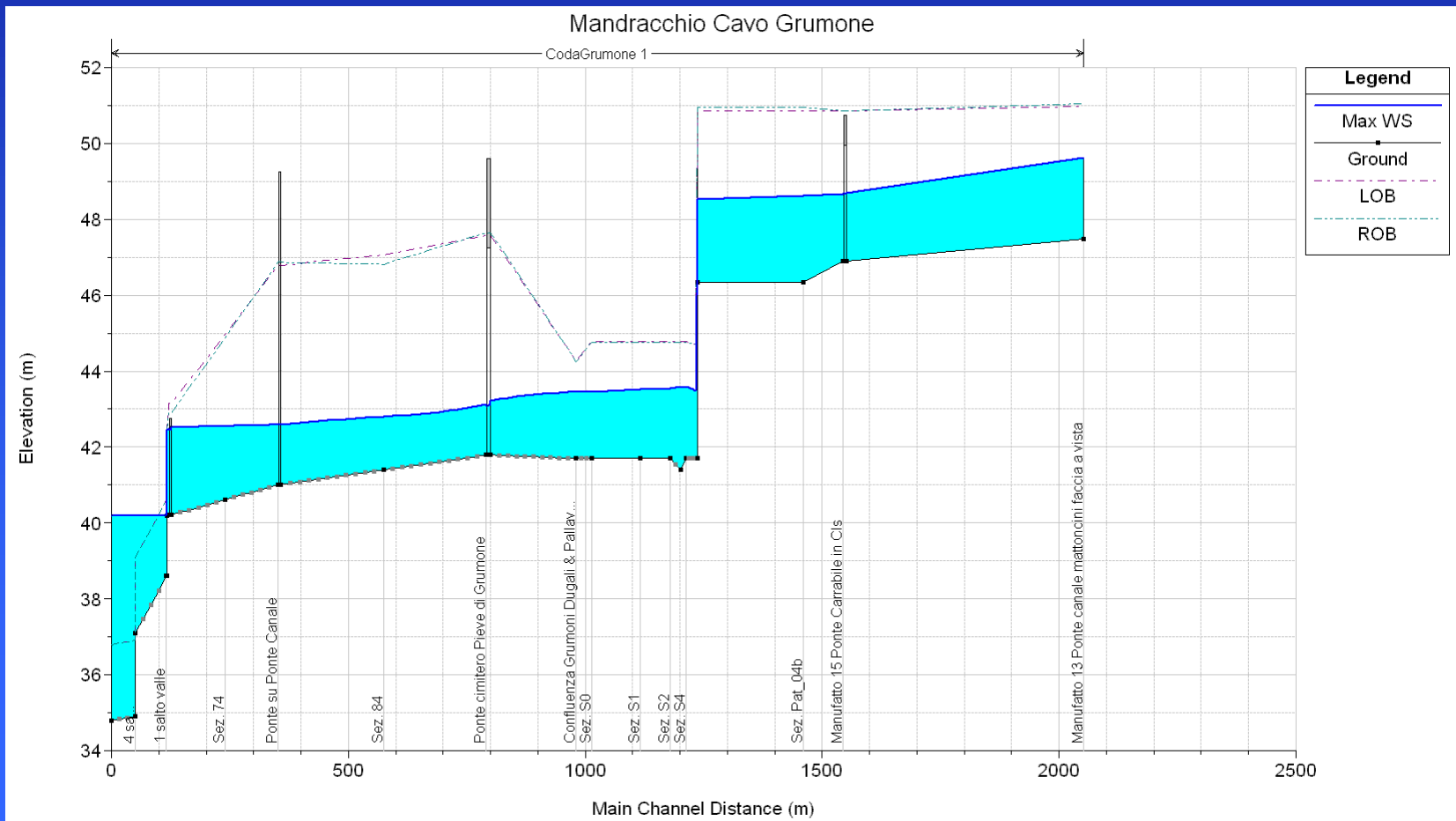
**MODELLAZIONE DI
TRASFORMAZIONE
AFFLUSSI - DEFLUSSI**



Condizioni al contorno

Taratura modello

**MODELLO DI
PROPAGAZIONE
IDRODINAMICO**



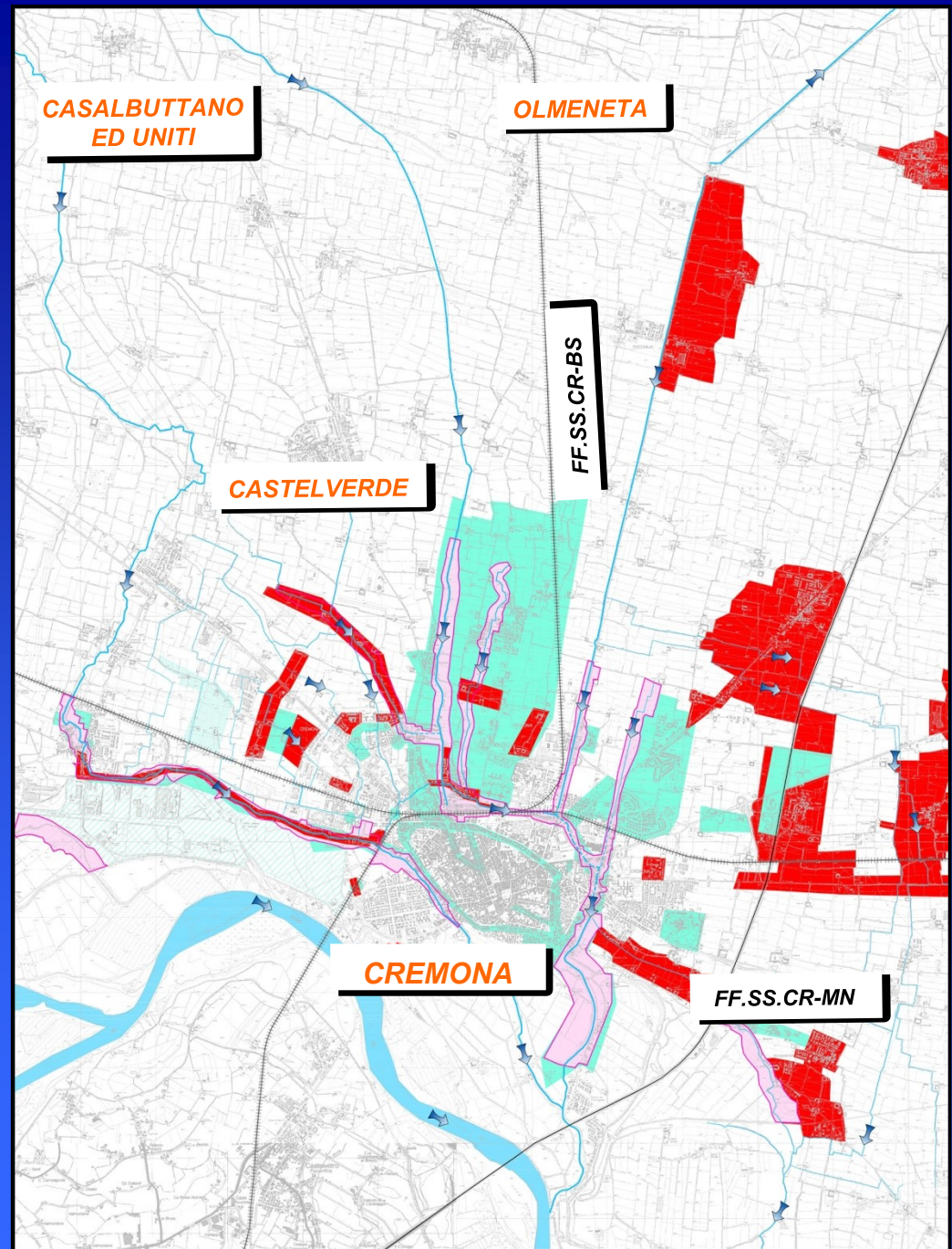
RISCHIO IDRAULICO

AREE STORICAMENTE ALLAGATE

AREE CLASSIFICATE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DAL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

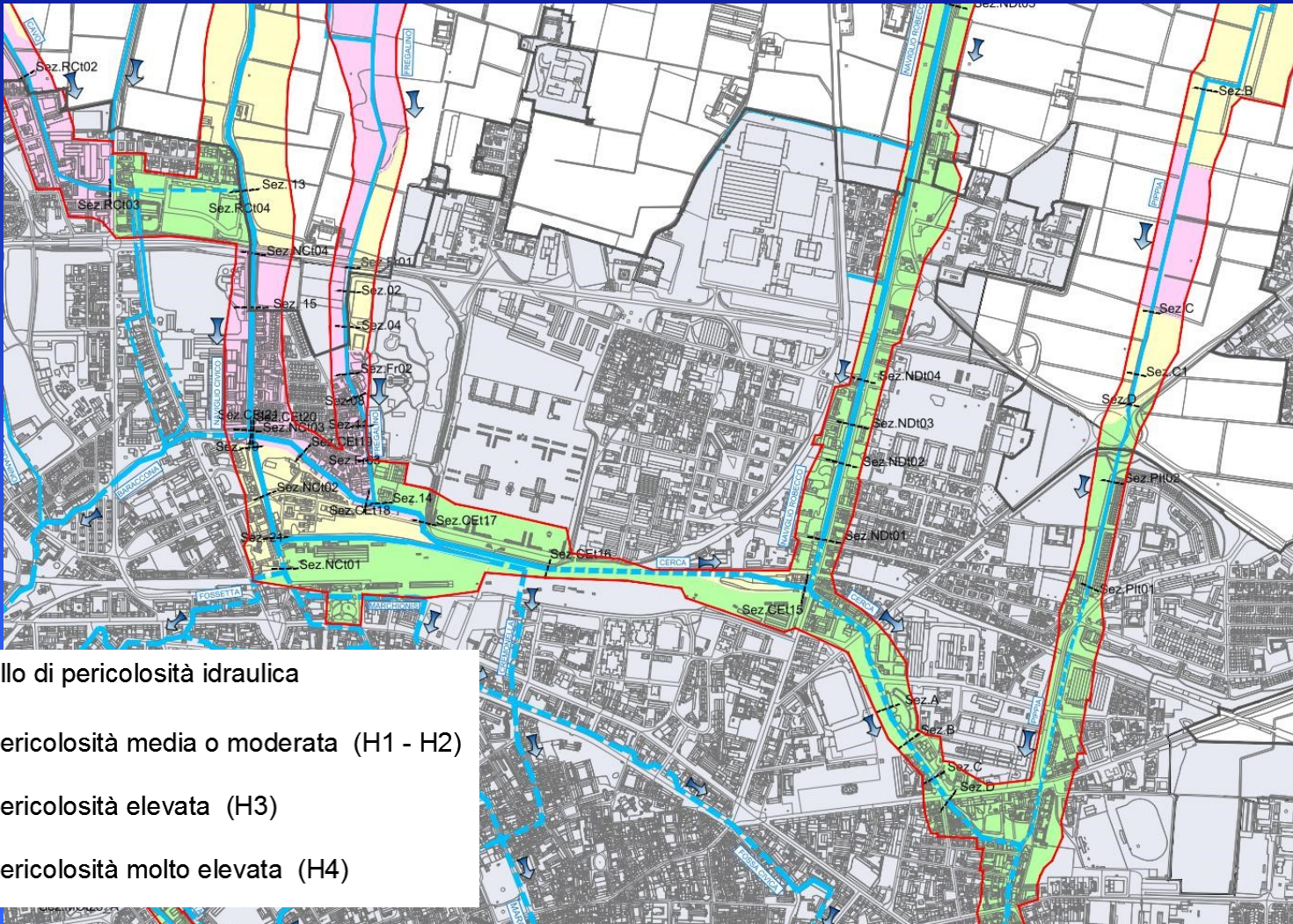
ZONA I: TERRITORI DI FONDOVALLE E DI PIANURA POTENZIALMENTE INTERESSATI DA INONDAZIONI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPO DI RITORNO INFERIORE O UGUALE A 50 ANNI

AREE ALLAGATE DURANTE L'EVENTO DI PIENA DEL 15-16 GIUGNO 2010



RISCHIO IDRAULICO COMUNALE DELLA CITTA' DI CREMONA

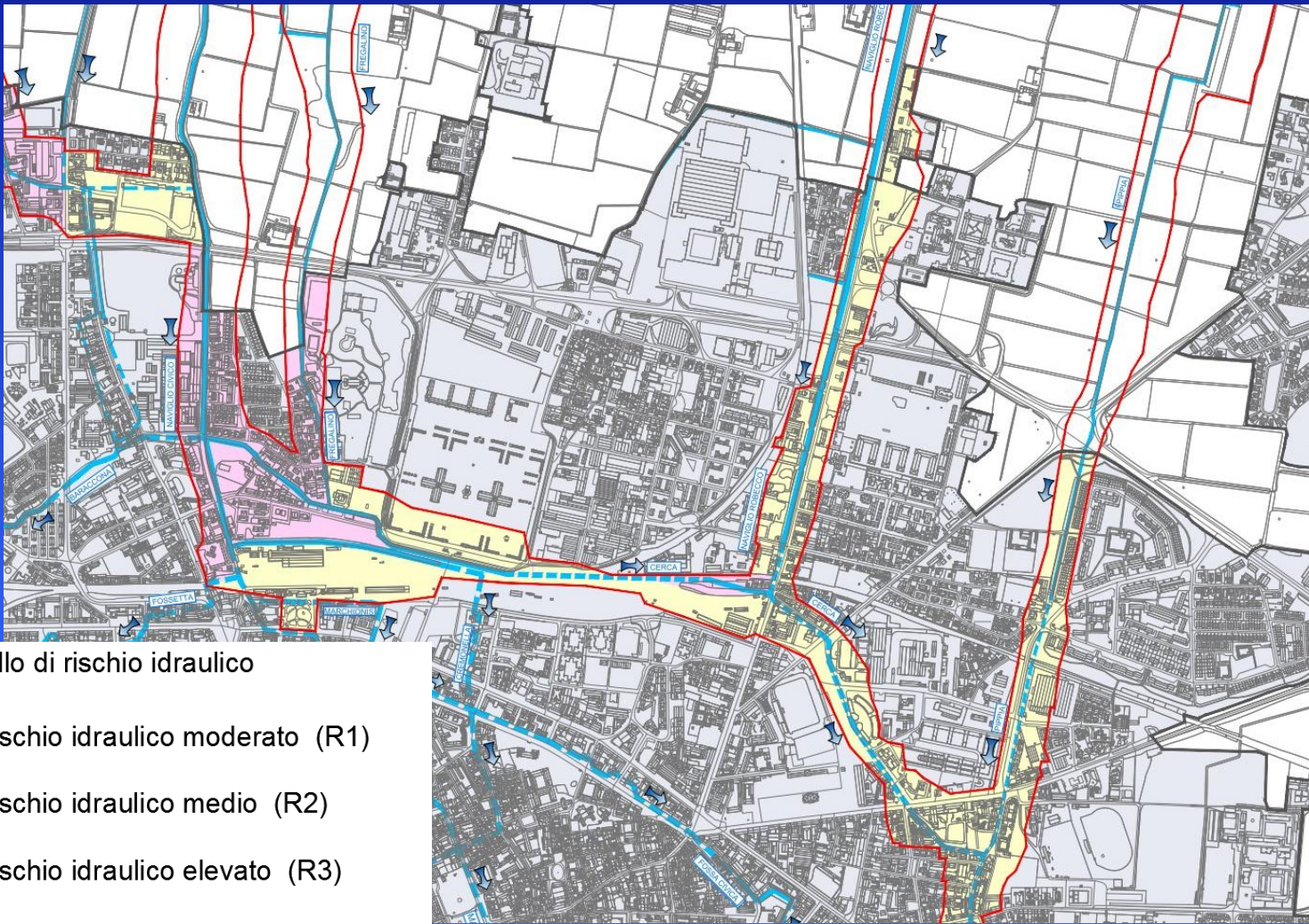
STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



- Zone a diverso livello di pericolosità idraulica
- Zone a pericolosità media o moderata (H1 - H2)
 - Zone a pericolosità elevata (H3)
 - Zone a pericolosità molto elevata (H4)

RISCHIO IDRAULICO COMUNALE DELLA CITTA' DI CREMONA

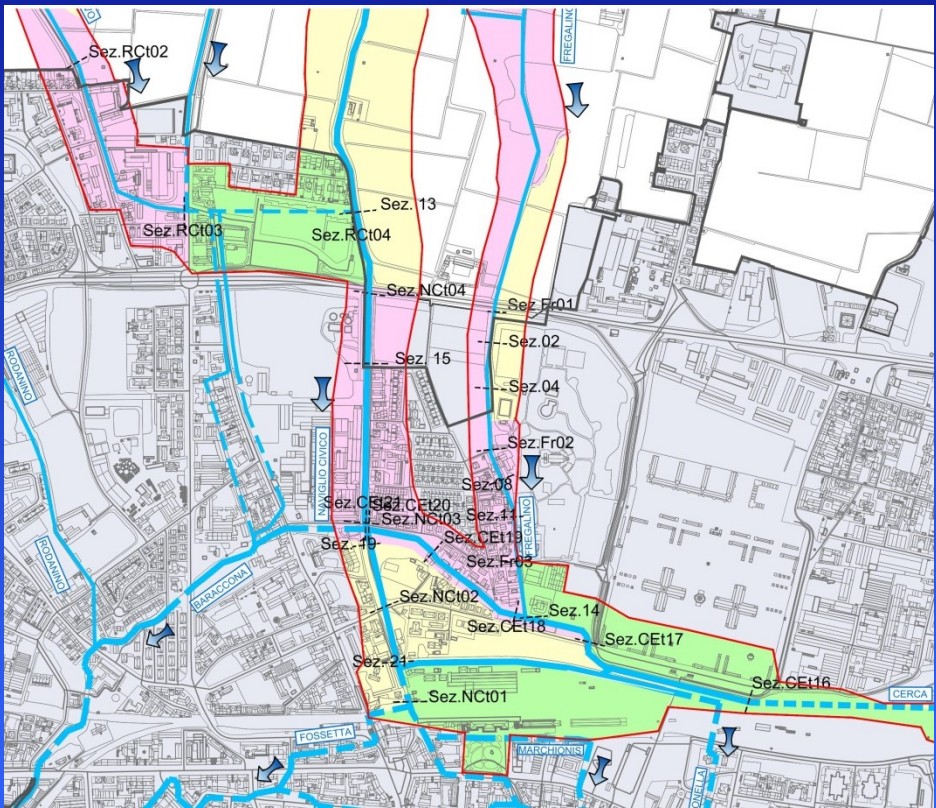
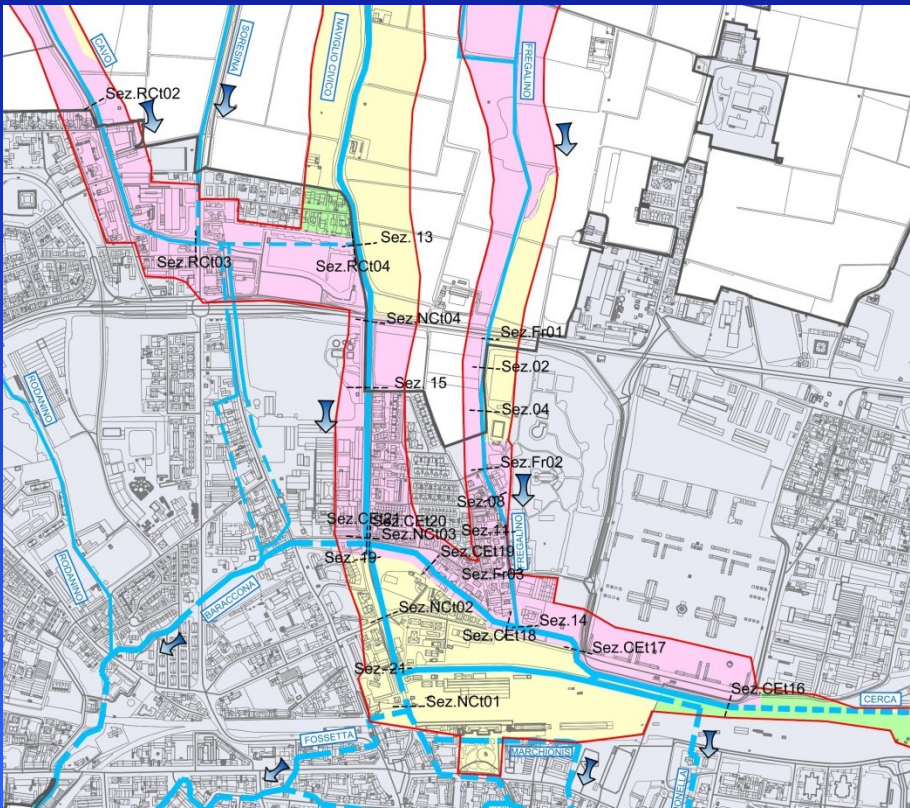
STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO



- Zone a diverso livello di rischio idraulico
- Zone a rischio idraulico moderato (R1)
 - Zone a rischio idraulico medio (R2)
 - Zone a rischio idraulico elevato (R3)
 - Zone a rischio idraulico molto elevato (R4)

LO STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO DELLA CITTA' DI CREMONA

Pericolosità nel PGT ANTE/POST COLLAUDO SCOLMATORE QUISTRA



- Zone a diverso livello di pericolosità idraulica
- Zone a pericolosità media o moderata (H1 - H2)
 - Zone a pericolosità elevata (H3)
 - Zone a pericolosità molto elevata (H4)

Il Rischio Idraulico Comunale è aggiornato ogniqualvolta il quadro di riferimento subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici

RISCHIO IDRAULICO COMUNALE DELLA CITTA' DI CREMONA

MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI

..... tutto il territorio della pianura Cremonese è fragile e vulnerabile tracciato da un reticolo idrografico per lo più artificiale e comandato dall'uomo, per cui si devono, impartire regole e criteri rigidi e vincolanti che potrebbero non essere sufficienti se, a monte in aree governate da altre Amministrazioni, non venissero rispettate altrettante e rigide regole del governo del territorio.....

*L'art. 14 comma 3 del R.R. n.7/2017 chiede di indicare le misure **strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica funzionali alla riduzione del rischio idraulico.***

Per le **MISURE STRUTTURALI** sono state individuate le seguenti opere:

- Realizzazione dello scolmatore Est sul Naviglio Robecco (€12.800.000/00)
- Cassa di espansione e scolmatore sulla roggia Cavo (€2.500.000/00)
- Potenziamento dello Scolmatore Quistra (€1.000.000/00)
- Interventi di miglioramento dell'efficienza idraulica dei rii minori: Pippia, Fregalino, Malazzina, Cerca e Morbasco (€1.500.000/00)

Nel PGT sono state introdotte anche le **MISURE NON STRUTTURALI** sia di carattere generale che specifico atte al **controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio**, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

