



Addendum 1

alla Relazione tecnica del Progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione

Scenari di rischio residuale

RELAZIONE TECNICA

Febbraio 2012



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
Bacino di rilievo nazionale



Data	Creazione: 2012-02-20	Modifica: 2012-02-22
Tipo	Relazione Tecnica - Bozza	
Formato	Microsoft Word – dimensione: pagine 24	
Identificatore	Relazione_RISCHIO_RESIDUALE.doc	
Lingua	it-IT	
Gestione dei diritti		CC-by-nc-sa

Metadata estratto da Dublin Core Standard ISO 15836



Indice

1.	Premessa	1
2.	Il rischio residuale lungo l'asta del Fiume Po	2
3.	La pianificazione di bacino ed il rischio residuale	3
3.1.	Gli Stralci di Piano approvati	3
3.2.	Gli indirizzi metodologici per la valutazione del rischio residuale nella Fascia C	4
3.3.	Un primo caso applicativo di valutazione delle condizioni di rischio residuale nella Fascia C del Delta padano	6
4.	Repertorio delle attività riguardanti la valutazione del rischio residuale	8
4.1.	Le attività di ricerca concluse	8
4.2.	Le attività di ricerca in corso	10
4.3.	I documenti prodotti	11
5.	Il Progetto esecutivo delle attività per la redazione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE	13
5.1.	Principi generali	14
5.2.	L'analisi del Rischio Residuale	14
6.	Mappatura della pericolosità e del rischio residuale	16
7.	Valutazione del fabbisogno	18
8.	Stima dei tempi e cronoprogramma	20



1. Premessa

Nella vigente pianificazione di bacino viene definita pericolosità idraulica residuale di inondazione, la probabilità che si verifichino eventi di entità superiore a quelli di riferimento ovvero al valore della piena assunta per il dimensionamento del sistema di difesa idraulica, sia in ordine alla dimensione dell'evento sia per caratteristiche non prese in considerazione nell'analisi dello stesso.

Anche la Direttiva 2007/60/CE, recepita con D. Lgs. n. 49/2010, prevede all'art 4 comma 3 che le mappe della pericolosità da alluvione siano riferite ai seguenti scenari:

- a. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
- b. media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile \geq cento anni);
- c. elevata probabilità di alluvioni, se opportuno.

che il D. Lgs 49/2010 in parte modifica:

- a. alluvioni rare di estrema intensità, con TR fino a 500 anni (art. 6, comma 2, lettera a);
- b. alluvioni poco frequenti, con TR compreso fra 100 e 200 anni (art. 6, comma 2, lettera b);
- c. alluvioni frequenti, con TR compreso fra 20 e 50 anni (art. 6, comma 2, lettera c).

L'asta del fiume Po nel tratto medio e inferiore e buona parte dei suoi principali affluenti di pianura, risulta arginata con continuità e le arginature sono dimensionate e costruite per contenere, con un adeguato franco la piena con tempo di ritorno 200 anni, pertanto per lo scenario di alluvioni rare di estrema intensità è possibile si verifichino scenari di inondazione per rottura arginale.

Lo scenario di tracimazione e rottura degli argini maestri del fiume Po costituisce uno scenario di catastrofe nazionale che per intensità ed estensione deve essere fronteggiato con mezzi e poteri straordinari di protezione civile (lettera c, art. 2 L.225/1992 e D.M. 650/1995). Di conseguenza le attività del tempo differito connesse alla pianificazione di bacino devono assumere particolare rilevanza strategica per l'asta medio inferiore del fiume Po alla luce dell'entità del rischio residuale presente che non ha eguali sia nello stesso bacino del Po che nella restante parte del territorio nazionale.

Nel progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio in attuazione alla Direttiva Alluvioni, approvato dal Comitato Istituzionale nella seduta del 31 gennaio 2012, la mappatura della pericolosità residuale è stata inserita fra le attività da svolgere secondo fasi di progressivo approfondimento nell'ambito dei cicli successivi di gestione sessennali del piano.



2. Il rischio residuale lungo l'asta del Fiume Po

La sicurezza idraulica di circa 7000 km² di pianura padana è affidata all'efficacia del sistema difensivo dell'asta medio inferiore del fiume Po, costituito da rilevati arginali pressoché continui a partire dalla confluenza del fiume Ticino fino al mare (circa 860 km di argini sull'asta principale e circa 154 km lungo i rami del delta). Le arginature, per quanto ben monitorate e mantenute nel tempo non possono garantire, come qualsiasi altra opera idraulica, un livello di sicurezza assoluto per il territorio circostante in relazione a scenari di rottura arginale. L'entità di tale rischio (che, in quanto connesso a scenari di mancata efficacia di un'opera idraulica, può essere definito residuale), essendo direttamente proporzionale al livello delle conoscenze disponibili, deve essere adeguatamente valutata. Infatti, nonostante la probabilità di accadimento di uno scenario di rotta arginale sia abbastanza ridotta, in quanto connessa al verificarsi di un evento di carattere straordinario, superiore alla piena di riferimento, oppure al verificarsi di un evento di piena significativo connesso al contemporaneo collasso strutturale del rilevato arginale (probabilità congiunta), l'entità del rischio conseguente a tale scenario, può essere estremamente elevata alla luce della forte antropizzazione che caratterizza gran parte della pianura padana ed in particolare i territori adiacenti l'asta del Po.

L'obiettivo generale della pianificazione del bacino del fiume Po, concordemente agli indirizzi nazionali, è quello di assicurare ai centri abitati ed alle infrastrutture coinvolte da eventi alluvionali un livello di sicurezza adeguato nei confronti degli eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni, e per raggiungere tale obiettivo si sono definiti da un lato i programmi per l'adeguamento ed il rafforzamento delle arginature e dall'altro la conoscenza di metodi di analisi e ricerca per la definizione e la caratterizzazione del rischio residuale.

Tale configurazione è stata associata alla definizione di condizione di rischio compatibile; vale a dire che una volta realizzati gli adeguamenti strutturali delle opere tecnicamente necessari, le aree esterne alle arginature sono protette rispetto al danno potenziale di un fenomeno di piena in misura accettabile rispetto alle componenti sociali ed economiche del territorio coinvolte.

Il sistema arginale è tuttavia un sistema difensivo rigido che assicura una efficace protezione fino al livello della piena di progetto, livello che è fissato in base ad analisi idrologiche ma che fino a pochi anni fa era imposto dal livello dell'ultima piena storica verificatasi, rispetto alla quale l'argine veniva alzato di un metro. Se si considera inoltre il fatto che le ultime piene lungo il fiume Po hanno fatto registrare un continuo e progressivo aumento dei livelli registrati rispetto a quelli delle piene precedenti e che, per riconoscimento unanime del mondo scientifico, sono in atto oscillazioni climatiche che fanno registrare valori dei colmi e dei volumi di piena crescenti, si può ritenere che tale rigidità sia un elemento di forte criticità.

Con riferimento poi al sistema arginato del fiume Po sussiste un altro fattore che concorre a determinare ulteriori condizioni di rischio residuale, ed è il grado di affidabilità strutturale degli argini, strutture in terra realizzate nel corso di due millenni anche con tecniche molto diversificate, nonché le indeterminazioni legate alla natura dei terreni di fondazioni.

Compito delle istituzioni è quello di prevedere, per quanto possibile, l'avverarsi di tale evento "al limite della prevedibilità" e di individuarne le modalità di accadimento al fine di controllarne, se possibile l'evoluzione, e preparare i mezzi e l'organizzazione per mitigare e ridurre i danni attesi e annullare il rischio di perdite di vite umane.

L'introduzione negli ultimi anni del concetto di rischio nella pianificazione per la difesa del suolo, accanto al classico approccio di carattere tecnico o tecnico-finanziario fondato sui parametri di natura idrologico - idraulica, testimonia l'importanza che è stata assunta progressivamente dagli aspetti sociali ed economici del territorio. Soprattutto nelle aree ad uso del suolo intensivo, dove aumentano progressivamente i conflitti tra l'occupazione del suolo e le politiche di difesa dalle piene.

Ciò induce a una progressiva conversione dei criteri di approccio, dalla pianificazione o programmazione delle opere di difesa alla gestione del rischio di piena, come indicato anche dalla Direttiva della Unione Europea recentemente approvata.



3. La pianificazione di bacino ed il rischio residuale

3.1. Gli Stralci di Piano approvati

Ad oggi, il tema del rischio residuale è preso in esame nei seguenti atti di pianificazione sia ordinaria che straordinaria, nell'ambito della difesa del suolo, essi sono riportati nell'ordine cronologico in cui sono stati adottati e per ciascuno di essi viene messo in evidenza la relazione con il tema del rischio residuale.

- **Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, all'eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione” (PS 45)**

Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 9 in data 10 maggio 1995

Si tratta di uno strumento straordinario adottato in conseguenza dell'evento di piena del Novembre 1994, è da ritenersi uno strumento strategico, anche ai fini della riduzione della pericolosità nel basso corso del Po, in quanto salvaguarda le aree di laminazione naturale lungo tutto il fiume ed i suoi principali affluenti anche con l'obiettivo di migliorare le condizioni di sicurezza nei tratti arginati di valle.

- **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**

DPCM 24 maggio 2001

E' un piano relativo all'intero bacino idrografico, con esclusione del territorio del Delta. Il Piano definisce e programma le azioni, attraverso la valutazione unitaria dei vari settori di disciplina, con l'obiettivo di garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio, conseguire il recupero degli ambiti fluviali quali elementi centrali dell'assetto territoriale del bacino idrografico, raggiungere condizioni di uso del suolo compatibili con le caratteristiche dei sistemi idrografici e dei versanti. Il Piano contiene ed integra la delimitazione delle fasce fluviali contenuta nel "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali " (PSFF) approvato con DPCM 24 luglio 1998 e la delimitazione delle aree in dissesto. L'Area di inondazione per piena catastrofica corrispondente alla Fascia C costituisce una prima individuazione delle aree soggette a rischio residuale. Il metodo di delimitazione delle Fasce Fluviali definisce infatti per il suo tracciamento tali modalità " *Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni. Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili. Per i corsi d'acqua arginati l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili; in tali casi la delimitazione è definita in funzione della più gravosa delle seguenti due ipotesi (se entrambe applicabili) in relazione alle altezze idriche corrispondenti alla piena :*

- *altezze idriche corrispondenti alla quota di tracimazione degli argini,*
- *altezze idriche ottenute calcolando il profilo idrico senza tenere conto degli argini."*

- **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Delta del Po (PAI Delta)**

Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 26 in data 18 dicembre 2001

Il Delta del Po è stato oggetto di uno specifico stralcio di piano in ragione della specificità dei problemi di tale area, unica dal punto di vista geografico e ambientale, dove è prioritario rispondere alle



urgenze della difesa idraulica, dalle inondazioni e dalle maree, senza limitarsi però a mantenere e rafforzare un sistema difensivo esistente ma cercando contemporaneamente di rispondere alle esigenze di tutela e di conservazione dell'ambiente. Nei PAI Delta è contenuta una prima definizione metodologica per la valutazione del rischio residuale

- **“Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato” (PS 267)**

Deliberazione di Comitato Istituzionale n. 14 in data 26 ottobre 1999

E' un piano straordinario relativo all'intero territorio del bacino idrografico, contiene la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità delle persone e la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale, a cui sono associate misure di salvaguardia; contiene inoltre all'Allegato III del PS267 Criticità strutturali del sistema arginale del Po nel tratto della confluenza del Tanaro al mare una prima individuazione della vulnerabilità delle arginature del fiume Po.

Il Piano individua tre situazioni di criticità

- a) inadeguatezza in quota delle arginature rispetto al profilo di piena a tempo di ritorno 200 anni, con conseguente rischio di rotta per sormonto del rilevato arginale;
- b) inadeguatezza strutturale del rilevato arginale rispetto ai fenomeni di filtrazione nel corpo arginale e nelle fondazioni, con conseguente rischio di rotta per sifonamento, sfiancamento e/o permeazione;
- c) possibilità di cedimento del rilevato arginale per effetto di fenomeni di dinamica fluviale connessi a modificazione della morfologia dell'alveo da parte della corrente in piena (erosione della sponda al piede del rilevato arginale, erosione diretta del rilevato arginale, sollecitazione diretta della corrente sul rilevato).

Per il primo fenomeno le valutazioni sono direttamente fattibili sulla base del confronto tra le quote arginali nella attuale situazione e le quote del profilo della piena di progetto; per gli altri due fenomeni le valutazioni derivano da informazioni composite, connesse sia alle caratteristiche strutturali delle arginature maestre che agli elementi di natura idraulica e morfologica che contraddistinguono l'alveo del corso d'acqua.

In particolare la stima del pericolo del collasso arginale per erosione, per sfiancamento, per filtrazione attraverso il corpo e per cedimento dei terreni di imposta risulta aleatoria, proprio per la non sufficiente conoscenza puntuale delle caratteristiche geotecniche delle arginature, dei terreni di imposta e della velocità del processo fenomenologico che lo induce. Tale quadro conoscitivo è stato costruito sulla base della conoscenza storica - operativa, messa a disposizione dagli ufficiali idraulici dell'allora Magistrato per il Po (ora AiPo). Durante un evento di piena gli Ufficiali idraulici preposti al servizio di piena sono tenuti a compilare un "giornale" dei fatti salienti osservati fra i quali risultano particolarmente significativi i dati relativi agli stati idrometrici registrati e la localizzazione e le caratteristiche dei fenomeni di fontanazzo osservati.

3.2. Gli indirizzi metodologici per la valutazione del rischio residuale nella Fascia C

La metodologia di analisi della pericolosità e del rischio di inondazione per i territori soggiacenti ad alvei pensili difesi da rilevati arginali differisce sostanzialmente dalla procedura normalmente impiegata nella valutazione della pericolosità e del rischio in corrispondenza di aree golenali. Ciò deriva dalla peculiare modalità di propagazione del fenomeno che può essere determinato, oltre che dalla tracimazione del rilevato, da fenomeni impulsivi di collasso strutturale del rilevato medesimo.

La documentazione storica in merito alle rotte in passato avvenute lungo il sistema arginato del Po e le risultanze dei modelli di simulazione numerica evidenziano come le dinamiche di inondazione siano decisamente diverse dalle dinamiche di allagamento che si verificano in corrispondenza di aree golenali aperte.



Le dinamiche di allagamento e di svuotamento dei territori retrostanti il sistema arginato dipendono poi strettamente dalla topografia e dalla morfologia del terreno e sono solitamente contenute all'interno dei comparti idraulici, macro aree omogenee comprese fra due successivi affluenti del Po delimitate, in linea generale, per tre lati dal sistema arginato del Po e dei due affluenti adiacenti per l'intero tratto rigurgitato, e per il quarto lato da discontinuità altimetriche più o meno marcate. Le stesse dinamiche all'interno del comparto sono inoltre fortemente influenzate dalla presenza delle cosiddette break lines, naturali (terrazzi morfologici, canali, ecc.) o artificiali (rilevati stradali, ferroviari, arginali, ecc.) e dall'andamento altimetrico del terreno.

Con un documento di indirizzo del giugno 2001 l'Autorità di bacino ha fornito prime indicazioni in merito alla procedura di valutazione del rischio residuale relativo ad un sito assegnato all'interno della fascia C dell'asta del Po per fenomeni di rotta o tracimazione arginale.

Tale metodo richiede un processo di analisi multidisciplinare i cui punti principali sono di seguito, sinteticamente, rappresentati.

Occorre in primo luogo delimitare e caratterizzare l'area di indagine soggiacente ai tratti arginali individuando tutte le sue caratteristiche altimetriche, morfologiche e infrastrutturali. Devono poi essere dettagliatamente descritti, sia in termini di quote che di tracciato, gli elementi lineari sopra montanti o sottomontanti rispetto alle quote del piano campagna e devono essere descritte le caratteristiche degli elementi che ne interrompono la continuità e quindi la capacità di tenuta idraulica quali ponti, scatolari, fornici.

E' altresì opportuno raccogliere ed analizzare la documentazione relativa alle rotte storiche, soprattutto con la finalità di classificare i tipi di rotta che si sono manifestate e ricostruirne la relativa dinamica. Nei limiti del possibile i fenomeni storici devono essere contestualizzati in rapporto alle caratteristiche idrologiche e idrauliche della piena e a quelle delle opere di difesa arginali, esistenti all'epoca della rotta.

Per quanto riguarda la definizione delle onde di piena la direttiva richiede che per la rappresentazione dei fenomeni di tracimazione e di rotta vengano individuate almeno due onde significativamente diverse: la prima compatibile, in termini di livelli idrometrici con un fenomeno di tracimazione dell'argine che escluda quindi il cedimento della struttura per effetti erosivi, tenendo conto di opere immediate di intervento per il controllo di tali fenomeni.

La seconda corrispondente ad un evento catastrofico di effettiva rotta arginale.

Occorre infine individuare i punti di più probabile rotta, sia sulla base delle indicazioni storiche, sia sulla base di evidenze di maggiore vulnerabilità (fontanazzi), sia assumendo le posizioni più sfavorevoli in relazione all'ubicazione del sito in studio. La rottura arginale ha luogo in tempi non istantanei, dell'ordine mediamente di ore, per una larghezza complessiva della breccia che può variare in funzione di molti parametri per cui è necessario, assumere un valore probabile dell'ampiezza della rotta ed in ciò si può, di nuovo ed utilmente, fare riferimento alle elaborazioni sui dati delle rotte storiche.

Il fenomeno di inondazione deve infine essere rappresentato, mediante modellazioni numeriche bi - dimensionali o quasi - bidimensionali e devono essere valutate le seguenti grandezze caratteristiche: tempo di propagazione dell'onda, livelli idrici massimi che si instaurano nel comparto inondato, velocità di deflusso, tempo presumibile di permanenza dell'allagamento, in funzione delle quali devono essere valutati gli effetti presumibili ed i danni ai beni economici esposti.

Com'è evidente si tratta di una procedura complessa ed onerosa che in relazione alle caratteristiche del sistema arginale non può essere limitata a porzioni ristrette di territorio ma coinvolge spesso interi ambiti idraulici compresi fra i principali affluenti del fiume Po.



3.3. Un primo caso applicativo di valutazione delle condizioni di rischio residuale nella Fascia C del Delta padano

Nell'ambito delle attività propedeutiche alla preparazione del PAI Delta è stata condotta un'analisi della pericolosità e del rischio residuale sul territorio del Delta padano, con l'obiettivo di pervenire a una zonizzazione della fascia C in classi di gravosità del rischio, sulla spinta di due diverse necessità.

In primo luogo era necessario individuare gli interventi, di natura strutturale necessari per adeguare i sistemi difensivi presenti agli obiettivi di sicurezza fissati dal Piano, ed organizzare l'insieme degli interventi in un programma di attuazione strutturato per lotti funzionali, ordinati per priorità di intervento. La priorità è definita in relazione alle condizioni di rischio e ai vincoli di sequenza realizzativa imposti dal sistema difensivo.

A tale necessità si è aggiunta poi la considerazione che gli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di tutela paesistica e ambientale operano nell'area del Delta al livello dei quadri conoscitivi riconoscendo il complessivo stato di rischio idraulico, conseguenza diretta dello stato di depressione del suolo rispetto sia al livello di piena che al livello del mare, ma demandando alle amministrazioni competenti per la sicurezza idraulica il controllo e la soluzione delle criticità presenti. Ciò è efficace ai fini di assicurare livelli di protezione adeguati rispetto agli eventi di progetto ma rispetto al rischio residuale occorre intervenire sui livelli di vulnerabilità che si determinano sul territorio in funzione delle diverse scelte legate allo sviluppo insediativo, alla infrastrutturazione del territorio e allo sviluppo della rischio idraulico.

L'analisi del rischio residuale è stata condotta seguendo il seguente percorso metodologico.

Sono stati censiti e caratterizzati tutti i rilevati artificiali presenti nelle isole del Delta: argini di Po, strade e argini interni di sezionamento, il territorio è risultato così suddiviso in tante celle, omogenee per comportamento idraulico in occasione di fenomeni di inondazione per rotta arginale, e nelle quali i suddetti rilevati rappresentano le soglie di sfioro per tracimazione attraverso le quali l'acqua viene scambiata tra i rami del Po e le porzioni di territorio ad essi limitrofe, nonché tra queste e le celle ad esse contigue.

In particolare sono stati ritenuti significativi per la valutazione della dinamica di inondazione i seguenti elementi geometrici: quota media dell'argine di Po (solo per le celle confinanti), quota minima di sfioro e codice della cella verso la quale è diretto il flusso idrico, quota di sfioro immediatamente superiore alla minima e codice della cella verso la quale è diretto il flusso idrico, quota minima e media del piano campagna e superficie della cella.

In seguito si è proceduta ad una preliminare caratterizzazione del comportamento idraulico delle celle secondo un criterio di analisi differenziato per le celle limitrofe agli argini di Po rispetto a quello utilizzato per tutte le restanti celle interne alle isole. Allo scopo sono stati calcolati dei parametri indicatori del grado di soggiacenza media di ciascuna cella rispetto ai massimi livelli idrici che si possono instaurare in caso di rotta, che è correlato alla vulnerabilità del territorio rispetto al rischio di inondazione.

Sono quindi state analizzate le condizioni di pericolosità e di rischio residuali del territorio in relazione a ipotetici fenomeni di rotta arginale che possano interessare un tratto qualsiasi del sistema arginale di ritenuta. L'analisi di pericolosità e di rischio residuali è stata effettuata rispetto a uno scenario che ipotizza il sistema difensivo arginale, comprensivo delle opere di difesa a mare, in un assetto corrispondente alla completa realizzazione di tutti gli interventi previsti nel piano per ricondurre il rischio reale alla soglia di rischio compatibile assunta. Il complesso delle opere di difesa è stato pertanto considerato in uguali condizioni di affidabilità e con identici parametri di sicurezza. Non esistono pertanto tratti arginali più deboli di altri, su cui in condizioni di una piena gravosa un'ipotetica rotta si possa manifestare in via preferenziale. Ciò ha indotto a considerare, per ciascuna cella in cui è stato ripartito il territorio, la condizione di rotta più sfavorevole ai fini degli effetti conseguenti all'inondazione, sostanzialmente riconducibili ai massimi livelli idrici che si possono instaurare nella stessa.



Le analisi condotte hanno consentito di sviluppare le seguenti considerazioni di carattere generale. Nelle condizioni ipotizzate la pericolosità residuale di inondazione è sostanzialmente omogenea per tutte le celle in cui è stato suddiviso il territorio, indipendentemente dalla posizione delle stesse in rapporto al tracciato delle arginature maestre; la funzione degli argini interni di difesa, molto utile nel parzializzare l'estensione di un allagamento a seguito di una singola rotta, rispetto all'intera area sottostante, non è più significativa nel momento in cui si consideri per ciascuna porzione di territorio una rotta nella posizione più sfavorevole.

Il rischio residuale di inondazione è pertanto strettamente correlato alla vulnerabilità del territorio e al valore dei beni esposti, il cui prodotto determina la dimensione del danno atteso; la massima concentrazione dei beni esposti si colloca, come evidenziato dalla analisi condotte, prevalentemente nelle fasce di territorio direttamente adiacenti agli argini maestri presenti sui diversi rami fluviali.

Il rischio residuale di inondazione è pertanto sostanzialmente proporzionale alla distanza della cella dall'argine maestro più vicino, con valore massimo per le celle direttamente adiacenti all'argine, che sono esposte agli effetti diretti di inondazione conseguenti a una rotta.

Nell'allegato al PAI Delta, "Analisi del rischio residuale", sono riportati i dati quantitativi di base che sono stati utilizzati per l'analisi di rischio condotta.

Sulla base dei risultati esposti, è stato possibile individuare all'interno della fascia C tre sotto zonazioni corrispondenti a gradi di rischio residuali decrescenti, denominate rispettivamente C1, C2 e C3.

La fascia C1 si sviluppa parallelamente agli argini di Po e alle opere di difesa a mare per una larghezza di 300 m, misurata a partire dal limite dei 10 m dal piede esterno delle opere, e costituisce la fascia di rispetto idraulico.

La fascia C2 è costituita dalla porzione di territorio direttamente inondabile per rotta arginale; è delimitata in funzione della distanza dagli argini maestri, delle quote del terreno e dei rilevati artificiali capaci di trattenere parte dei volumi esondati.

Per la maggiore vicinanza alle opere di ritenuta, le fasce C1 e C2 delimitano le zone a maggior rischio residuale.

La fascia C3 delimita le aree più interne, a minore rischio residuale, ovvero interessate dai volumi idrici che le celle della fascia C2 non sono in grado di trattenere.



4. Repertorio delle attività riguardanti la valutazione del rischio residuale

Il processo di pianificazione relativo alla difesa del suolo e all'assetto idrogeologico è iniziato nel bacino del fiume Po nei primi anni '90, attraverso un'importante fase di raccolta, sistematizzazione e integrazione delle conoscenze disponibili ed è proseguito fino ad oggi attraverso un complesso processo di aggiornamento e approfondimento delle conoscenze a cura dell'Autorità di bacino medesima ma anche di Regioni, Province, AiPo ed altri enti a diverso titolo interessati.

4.1. Le attività di ricerca concluse

A seguito di alcune applicazioni sperimentali avviate in modo propedeutico alla definizione di un metodo per la valutazione del rischio residuale si sono evidenziate una serie di carenze sia di conoscenze di base, sia di approccio metodologico, che riducevano in modo significativo il grado di confidenza dei risultati prodotto, e che possono essere così sinteticamente riassunti:

- mancanza di elementi di taratura per l'applicazione dei modelli numerici;
- mancanza di dettagliate conoscenze sull'evoluzione morfologica del corso d'acqua;
- mancanza di conoscenze sistematiche sulla natura delle terre che compongono i rilevati arginali e sui terreni di fondazione degli stessi;
- inadeguatezza delle metodologie fino ad oggi applicate per l'analisi socio economica del valore dei beni esposti e della loro vulnerabilità.

È stato quindi avviato un programma denominato *Progetto per la definizione degli interventi per il miglioramento del sistema di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l'asta del Po dalla confluenza del Ticino al mare*, ancora da completare e che ha visto coinvolti numerosi istituti universitari del bacino del Po e che affronta in modo interdisciplinare la problematica del rischio residuale in fascia C.

Nella seduta di Comitato tecnico del 28 settembre 2005 è stata approvata la Relazione tecnica del Progetto strategico sopra citato, che contiene la sintesi delle attività di studio condotte e la definizione delle linee progettuali strategiche da avviare per il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l'asta medio inferiore del fiume Po. Il Progetto strategico è scaricabile dal sito internet dell'Autorità di bacino al seguente indirizzo:

<http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/Pianificazione/AttuazioneDelPianodiBacino.html>

A tal riguardo si ritiene utile richiamare il principio generale che *“la grandezza delle piene, come l'intensità delle piogge e tutti in generale i fenomeni naturali, che sfuggono ad ogni umano controllo, non ammettono limiti superiori sicuramente individuabili”* e che quindi il margine di incertezza associato alla valutazione dei processi alluvionali può essere sicuramente diminuito in funzione dei livelli conoscitivi disponibili ma mai completamente eliminato.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali attività di studio ad oggi completate nell'ambito del Progetto strategico.

1. Modellazione matematica di fenomeni di esondazione per rottura dell'argine maestro di Po su aree campione.

- *Simulazione di un evento di rotta storico nel comparto Secchia-Panaro*
Università degli Studi di Parma
- *Simulazione di un evento storico nel comparto a monte della confluenza Adda*
Università degli Studi di Pavia



- *Simulazione di un evento di rotta storico nel comparto Parma Enza e simulazione di un evento di progetto rappresentato dall'idrogramma sintetico della piena con tempo di ritorno 200 anni*
Università degli Studi di Parma

2. Analisi di geomorfologia e morfodinamica fluviale.

- *Censimento delle rotte storiche negli argini maestri di Po*
CNR_IRPI

Con un'indagine statistica condotta su quasi 200 casi di rotta arginale lungo i 400 Km di fiume Po a valle della confluenza con il Ticino, è stato rilevato che una distribuzione spaziale ricorrente delle rotte è associata agli argini in froldo localizzati in sponda concava. In tale configurazione fluviale le rotte sono state prodotte sia dall'erosione laterale della sponda da parte delle acque di piena, sia dal sormonto dell'argine da parte delle acque di esondazione e, talora, anche dal sifonamento del corpo arginale stesso. Sulla scorta di tali risultati è stato elaborato un indice di vulnerabilità delle arginature.

- *Caratterizzazione geomorfologica del fiume Po da confluenza Tanaro a Pontelagoscuro*
GEOMAP S.r.l. Firenze

Nell'ambito dell'attività suddetta sono stati prodotti sulla base dell'analisi multi - temporale delle riprese aeree disponibili, 2 serie di carte, una a piccola scala in grado di rilevare, in modo diretto, le interferenze tra forme abbandonate e l'argine maestro e una, a grande scala, in grado di rappresentare l'evoluzione dell'alveo inciso, le forme abbandonate comprese nelle aree golenali e i manufatti che interferiscono sulla naturale dinamica plano-altimetrica dell'alveo inciso.

- *Campagna sperimentale di analisi geotecniche e geognostiche a Caselle Landi*

La vulnerabilità delle arginature in relazione a fenomeni di tracimazione è da un lato strettamente dipendente dalla morfologia del corso d'acqua e dai profili di piena simulata ma dall'altro dipende dalla vulnerabilità intrinseca delle arginature in relazione a fenomeni di erosione e sifonamento, legata alle caratteristiche strutturali e costruttive dei corpi arginali e dei terreni di fondazione. Le conoscenze, in merito a tali caratteristiche, sono di tipo sporadico e puntuale e molto spesso derivano dalle campagne geotecniche propedeutiche alla realizzazione di un'opera idraulica. D'altra parte il costo di tali indagini è molto rilevante e non si può pensare di estenderle in modo sistematico ai più di 2000 Km di arginatura. Occorre pertanto individuare forme di prospezione geotecnica che possano essere applicate in modo estensivo con l'obiettivo di costruire indicatori sintetici della vulnerabilità.

Anche nell'ambito degli *Studi di fattibilità* per la sistemazione idraulica del fiume Oglio e del fiume Secchia sono state avviate attività specifiche di analisi di stabilità delle arginature nei tratti rigurgitai dal fiume Po. In particolare sono state realizzate campagne sperimentali per rilevare le caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni del corpo arginale e delle fondazioni, attraverso l'applicazione delle tecniche di prospezione geotecnica integrate con indagini dirette, comprendenti sondaggi meccanici, prove penetrometriche e prove di laboratorio.

3. Formulazione una proposta di elaborazione standard dei dati disponibili in chiave di vulnerabilità e rischio degli ampi territori di fascia C.

- *Stima della vulnerabilità del comparto idraulico fra Secchia e Panaro e a monte della confluenza Adda*
PIM Milano

La vulnerabilità dei territori soggetti a possibili inondazioni per rottura dell'argine maestro è stata valutata sulla base di due distinti indicatori di vulnerabilità: uno di tipo diffuso, che tiene conto dei parametri di natura socio-economica, demografici e urbanistici, valutati a scala comunale (dati ISTAT) che definiscono il livello di rischio presente a livello comunale per inondazione residuale e da un indice di vulnerabilità puntuale che tiene conto dell'effettivo uso del suolo e delle previsioni degli strumenti urbanistici in vigenti.



4.2. Le attività di ricerca in corso

Come sopra riportato l'Autorità di bacino ha realizzato una consistente campagna di studi, ma anche altri enti ed Università hanno svolto attività di implementazione di modelli e di ricerca, per cui la fase delle attività in corso è principalmente rivolta al coordinamento di tutte le iniziative avviate. Si è quindi privilegiata la sottoscrizione di Accordi di collaborazione interistituzionale, di seguito riportati.

1. **Accordo tra l'Autorità di Bacino Del Fiume Po, la Regione Emilia Romagna, la Regione Lombardia l'agenzia Interregionale Per Il Fiume Po per la verifica sismica delle arginature in sponda destra del fiume Po da Boretto (RE) a Ro (FE) di cui al DPCM del 23 maggio 2007 pubblicato sulla G.U. n. 178 del 2 agosto 2007**

Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 23 maggio 2007 sono state assegnate all'Autorità di bacino le risorse necessarie per la verifica sismica delle arginature del fiume Po da Boretto (RE) a Ro (FE).

Circa 220 km di argini di Po ricadono all'interno di Comuni classificati in classe 3 di rischio sismico. Poco si sa sugli effetti che sismi anche di piccola intensità ma ripetuti nel corso del tempo possono avere sulla capacità degli argini di costituire un'efficace barriera idraulica alle piene. Si devono pertanto indagare non tanto gli effetti conseguenti alla concomitanza fra eventi di piena ed eventi sismici ma soprattutto gli effetti di eventi sismici ripetuti sulla tenuta delle arginature rispetto ai successivi eventi di piena non concomitanti. In particolare è importante individuare e monitorare nel tempo i segni premonitori di deformazioni permanenti.

Poiché il programma di verifiche risulta dal punto di vista tecnico e scientifico, molto complesso ed articolato, e coinvolge competenze ed esperienze specifiche si è ritenuto opportuno di procedere alla realizzazione delle attività attraverso la sottoscrizione di un accordo che avrebbe consentito ai soggetti firmatari di svolgere le diverse attività previste in modo coordinato, integrato e complementare.

L'Accordo per la verifica sismica delle arginature, è stato sottoscritto fra gli Enti sopra menzionati e l'Autorità di bacino in data 14 marzo 2008.

Le attività di verifica che riguardano le arginature maestre del Fiume Po, attualmente sono in corso di esecuzione in conformità a quanto previsto dall'accordo sottoscritto e mano a mano arriveranno a conclusione verranno diffusi i risultati conseguiti.

2. **Protocollo di accordo tra l'Autorità di Bacino del Fiume Po e l'Agenzia Interregionale per Il fiume Po**

Il nuovo accordo ha come obiettivo lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune volte a migliorare l'utilizzo e a sviluppare i sistemi modellistici sopra richiamati, approfondire i temi di interesse tecnico-scientifico ad essi connessi per la gestione integrata delle risorse idriche, nonché di accompagnare l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE tramite la predisposizione di metodologie e procedure idonee ad affrontare gli aspetti innovativi richiesti dalla Direttiva medesima.

3. **Accordo di collaborazione con DHI Italia sulla Direttiva 2007/60/CE**

Accordo di collaborazione con DHI Italia sulla direttiva 2007/60/CE in merito alla valutazione e gestione dei rischi alluvionali.

4. **Protocollo d'Intesa tra l'Autorità di bacino del Po e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - DICAM dell'Università di Bologna per l'approfondimento tecnico-scientifico delle attività di previsione e gestione del rischio idraulico e di miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l'asta principale del fiume Po e principali affluenti**

Il Protocollo sottoscritto il 30 agosto 2011 ha come obiettivo la costituzione di una struttura tecnico scientifica per lo sviluppo di temi di interesse tecnico scientifico connessi all'attuazione della Direttiva 2007/60. Esso sarà attuato attraverso l'attivazione di attività finalizzate, sia all'approfondimento di metodi di valutazione del rischio idraulico nei territori della media e bassa pianura padana, sia nella predisposizione di metodologie e procedure idonee ad affrontare gli aspetti innovativi richiesti dalla Direttiva 2007/60/CE.



4.3. I documenti prodotti

Oltre agli elaborati tecnici elaborati e forniti nell'ambito delle attività sopra elencate si sono prodotti alcuni testi ed elaborati, anche a carattere divulgativo, come momento di sintesi e rappresentazione degli esiti delle attività condotte.

1. Report di sintesi della caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto al sormonto, filtrazione (sifonamento e sfiancamento) e caratterizzazione del rischio residuale

N	Attività	Prodotto	Elaborati
1	Caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto al fenomeno di sormonto	Atlante cartografico scala 1:50000	Atlante cartografico formato A3 scala 1:50000
		Scheda descrittiva	Scheda descrittiva in formato tabellare
2	Caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto ai fenomeni di filtrazione (sifonamento e sfiancamento)	Atlante cartografico scala 1:50000	Atlante cartografico formato A3 scala 1:50000
		Scheda descrittiva	Scheda descrittiva in formato tabellare
3	Censimento delle rotte storiche per sifonamento e sfiancamento	Atlante cartografico scala 1:50000	Atlante cartografico formato A3 scala 1:50000
		Scheda descrittiva	Scheda descrittiva in formato tabellare
4	Delimitazione delle aree potenzialmente allagabili in relazione a scenari di rottura arginale e caratterizzazione della loro vulnerabilità	Atlante cartografico scala 1:50000	Atlante cartografico formato A3 scala 1:50000
		Scheda descrittiva	Scheda descrittiva in formato tabellare
5	Report di sintesi di carattere tecnico divulgativo	Report di sintesi della caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto ai fenomeni di sormonto, filtrazione (sifonamento e sfiancamento) e caratterizzazione del rischio residuale	Report tecnico-divulgativo
6	Sistematizzazione dei dati geografici ed alfanumerici dell'Asta del fiume Po	Archiviazione e sistematizzazione delle informazioni geografiche e alfanumeriche contenute nei principali studi relativi all'asta del fiume Po	Consegna su Hard disk esterno dei seguenti elaborati: Navigatore HTML delle informazioni geografiche ed alfanumeriche archiviate
		Organizzazione delle principali informazioni in 10 progetti tematici	Consegna su Hard disk esterno dei seguenti elaborati: 1. Caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto al fenomeno di sormonto 2. Caratterizzazione del grado di sicurezza delle arginature rispetto ai fenomeni di filtrazione (sifonamento e sfiancamento) 3. Censimento delle rotte storiche per sifonamento e sfiancamento 4. Delimitazione delle aree potenzialmente allagabili in relazione a scenari di rottura arginale e caratterizzazione della loro vulnerabilità 5. Caratterizzazione geomorfologia dell'alveo del



N	Attività	Prodotto	Elaborati
			fiume Po 6. Caratterizzazione delle Tendenze Evolutive 82 –02 7. Caratterizzazione delle Tendenze Evolutive 02 –05 8. Caratterizzazione delle Tendenze Evolutive 82-02 e 02 –05 9. Caratterizzazione degli interventi sul corso d'acqua (Gestione dei sedimenti) 10. Rinaturazione e riqualificazione ambientale nei tratti fasciati dell'asta del fiume Po (Assetto ecologico, Progettazione, Vincoli) 11. Foto programma gestione sedimenti

2. Atlante “catasto delle arginature maestre del Po”

Contiene le principali informazioni relative alle arginature maestre del fiume Po nel tratto compreso fra la confluenza del fiume Tanaro e l'incile del Po di Goro. In particolare l'atlante contiene tabelle riepilogative dei profili di piena e delle quote di sommità arginale, cartografie delle principali caratteristiche delle arginature e delle condizioni di criticità presenti, sagome arginali precedenti e successive ai lavori di ringrosso e rialzo realizzati in seguito ai più recenti eventi di piena. L'insieme dei dati contenuti nell'atlante consente di definire un quadro conoscitivo omogeneo delle attuali condizioni di sicurezza del sistema delle arginature maestre dell'asta medio inferiore del fiume Po.

Gli elaborati sono pubblicati sul sito internet al seguente indirizzo:

<http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/PubblicazioniDellEnte/artCatAtlantidelPo.438.1.50.1.1.html>

3. Atlante “geomorfologico”

Realizzato per l'asta del fiume Po fra Torino e Pontelagoscuro, raccoglie in forma unitaria e organizzata le più significative conoscenze di geomorfologia fluviale. L'atlante è composto da due parti: la cartografia delle variazioni planimetriche dell'alveo a partire da fine ottocento e la cartografia delle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e delle aree inondabili aggiornata alla ripresa aerofotogrammetrica della magra del febbraio 2002. La lettura congiunta ed integrata consente di comprendere le più importanti e significative dinamiche morfologiche sia attuali che del più recente passato e costituisce un importante quadro conoscitivo di riferimento per le attività di gestione dell'asta fluviale.

Gli elaborati sono pubblicati sul sito internet al seguente indirizzo:

<http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/PubblicazioniDellEnte/AtlantidelPo/articolo945.html>

4. Pubblicazione “Il rischio alluvionale sui fiumi di pianura”

Pubblicazione a carattere divulgativo che sintetizza lo stato dell'arte in materia di valutazione e gestione del rischio di alluvioni nel bacino del fiume Po.



5. Il Progetto esecutivo delle attività per la redazione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE

In data 23 ottobre 2007, è stata adottata la Direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni nei Paesi membri dell'Unione Europea. Lo scopo di tale Direttiva è quello di istituire un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità.

Per l'attuazione della suddetta Direttiva comunitaria nel nostro Paese, è stato emanato il D. lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, con il quale, tra l'altro, importanti funzioni relative alla pianificazione oggetto della Direttiva sono state attribuite alle Autorità di bacino.

Sulla scorta delle disposizioni di tale Decreto legislativo, questa Autorità di bacino (con il Decreto del Segretario Generale n. 76 del 22 dicembre 2010, "D. lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, recante "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni": adempimenti di competenza dell'Autorità di bacino, ai sensi dell'art. 11") ha ravvisato la necessità di procedere ad una verifica della congruità degli elaborati della vigente pianificazione di bacino per l'assetto relativi alla gestione dei rischi di alluvioni (con particolare riguardo alla disciplina delle Fasce fluviali) rispetto alle previsioni di cui al suddetto Decreto legislativo e, ove necessario, all'adozione di una Variante di Piano finalizzata ad assicurare detta congruità. Questa esigenza discende dal fatto che la cartografia e gli ulteriori elaborati della pianificazione di bacino del Po sono stati predisposti sulla scorta di indirizzi normativi e di criteri, nonché sulla base di metodologie, che appaiono non perfettamente coincidenti con quanto stabilito dalle disposizioni del D. lgs. n. 49/2010, in virtù del fatto che le finalità della pianificazione medesima, pur comprendendo quelle di gestione del rischio di alluvioni non si esauriscono in esse ma riguardano anche la tutela di altri e differenti interessi pubblici.

Pertanto, con il citato Decreto S. G. n. 76/2010, l'Autorità di bacino ha stabilito di procedere all'elaborazione di un Progetto di Variante agli strumenti della pianificazione per l'assetto idrogeologico (adottati in adempimento della previgente legge 18 maggio 1989, n. 183 e s. m. i. ed attualmente disciplinati dagli artt. 65 ss. del D. lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s. m. i.) vigenti nell'ambito territoriale costituito dal bacino del Po.

Nell'ambito di tale Progetto di Variante l'Autorità di bacino provvederà, in particolare, a verificare la coerenza degli elaborati cartografici di Piano attualmente vigenti rispetto contenuti previsti per le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni dall'art. 6 del D. lgs. n. 49/2010, adottando tutte le modifiche ed integrazioni che risultino necessarie per assicurare la suddetta coerenza.

Il Comitato Tecnico nella seduta del 31 Gennaio 2012 ha approvato il progetto esecutivo delle attività.

Il Progetto, in generale, organizza un processo pianificatorio che, da un lato, mira al raggiungimento di un quadro di conoscenza, per quanto possibile con le risorse a disposizione, coerente con le richieste del D.Lgs 49/2010 in ordine alla pericolosità ed al rischio da alluvione, dall'altro prevede successive fasi di approfondimento nell'ambito dei successivi cicli di gestione sessennali.

Tale organizzazione per cicli successivi permette di integrare nel processo di piano anche quei temi quali il cambiamento climatico, gli scenari di rischio residuale che richiedono la messa a punto, con gli strumenti della ricerca, di complesse metodologie che siano tuttavia applicabili alla fase di gestione.

Il Progetto esecutivo è costituito dalla presente Relazione Tecnica e dalle Specifiche Tecniche allegate; queste ultime definiscono in particolare le metodologie di analisi e i risultati attesi, così come definite ed applicate in via sperimentale su alcuni bacini pilota. Tali Specifiche tecniche, nel corso dello sviluppo operativo delle attività su tutti i diversi ambiti idrografici, potranno pertanto essere integrate o modificate con ulteriori aspetti che saranno tempestivamente comunicati.



5.1. Principi generali

I principi generali alla base dei quali è stato organizzato il Progetto esecutivo generale delle attività I presente progetto esecutivo sono:

- utilizzare e valorizzare tutte le conoscenze disponibili sia nella pianificazione di bacino sia negli studi per l'aggiornamento e l'attuazione del PAI sviluppati, a partire dal 2001, a scala di bacino e a scala locale;
- valutare l'adeguatezza di tale quadro conoscitivo in relazione alle prescrizioni del D.Lgs 49/2010;
- rendere omogenee le conoscenze in funzione di una rappresentazione della pericolosità del contesto alpino coerente e confrontabile;
- aderire alle raccomandazioni della Common implementation strategy (CIS) della Direttiva 2000/60 CE, che pone l'accento sulla necessità di coordinare approcci, metodi valutativi e misure dei due Piani di matrice europea.

A tali principi appare opportuno ispirare anche il seguente programma di attività.

5.2. L'analisi della pericolosità residuale

La Specifica tecnica delle attività per la Mappatura della pericolosità sul reticolo idrografico principale (metodo completo) riportata all'Allegato 5 del Progetto esecutivo citato definisce metodologie, attività e prodotti attesi per la delimitazione delle aree inondabili per le diverse piene di riferimento e per la caratterizzazione della gravosità dell'evento in termini di livelli e velocità.

In particolare al paragrafo 4.1.2 Caratterizzazione del limite delle aree inondabili uno specifico paragrafo è dedicato al rischio residuale. In virtù della sua rilevanza al presente documento, si reputa opportuno riportarne di seguito il testo integrale.

SCENARI DI ROTTURA ARGINALE (PERICOLOSITÀ RESIDUALE)

Nello scenario di pericolosità residuale sono delimitate le aree inondabili retrostanti ai rilevati arginali principali o maestri, conseguenti a processi di rottura per sormonto, sifonamento, sfiancamento od erosione dei rilevati medesimi. La delimitazione delle aree inondabili avviene generalmente sulla scorta di metodi speditivi non distinti in funzione del tempo di ritorno della piena, che potranno aggiornare o meglio dettagliare, in funzione del quadro conoscitivo disponibili, la delimitazione della fascia C del PAI.

Nell'ambito di tale attività potrà essere valutata la possibilità di distinguere una prima zona immediatamente retrostante il rilevato arginale ed interessata dai forti processi dinamici conseguenti alla rotta (velocità elevate) e da una zona più lontana dal rilevato interessata da allagamento con modalità generalmente statiche.

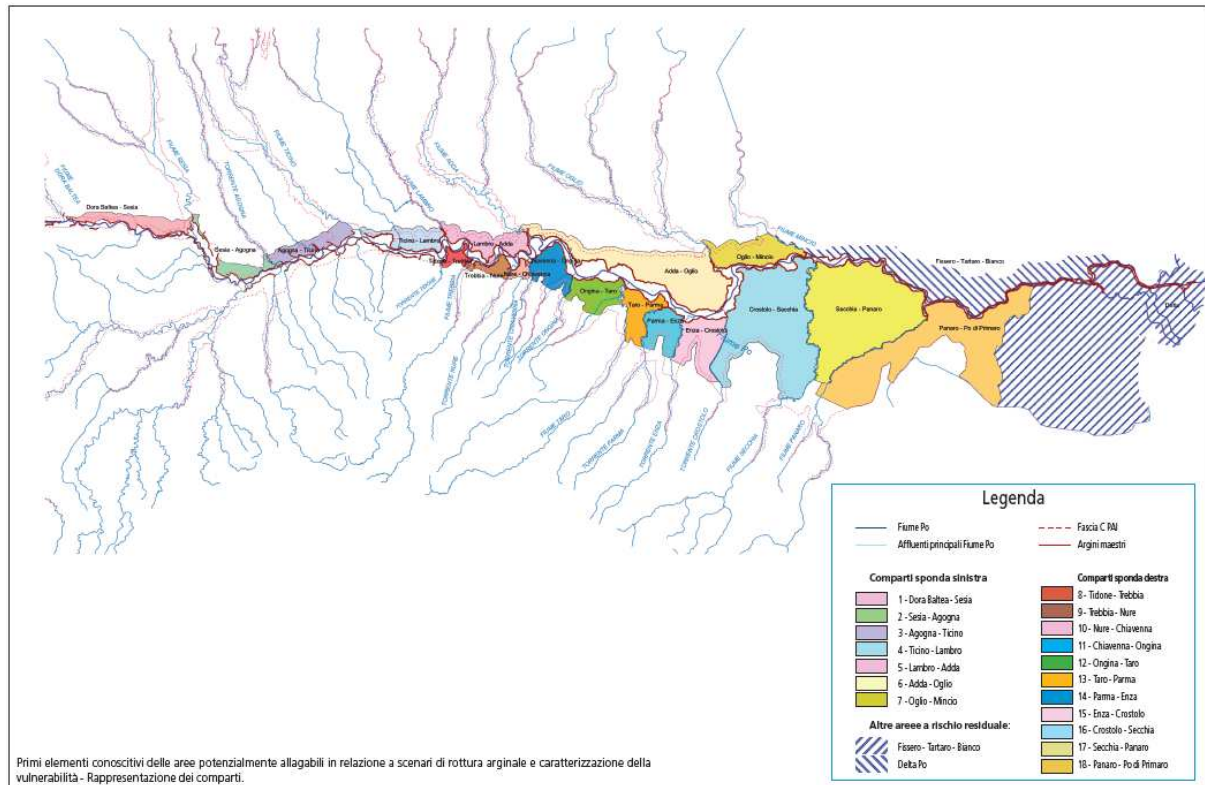
La delimitazione dell'area inondabile può essere inoltre supportata, laddove disponibili, dai risultati di simulazioni idrauliche bidimensionali che in particolare consentono di stimare le ulteriori grandezze maggiormente significative dello scenario residuale (fra cui in particolare estensione dell'inondazione, stima dei volumi fuoriusciti e l'indicazione dei possibili tiranti massimi attesi, tempi di arrivo e di permanenza dell'acqua). Sull'asta del fiume Po ad esempio sono già disponibili modellazioni bidimensionali che simulano la rottura arginale e l'allagamento della pianura retrostante.

L'implementazione su tutti i corsi d'acqua arginati di modelli idraulici mono o bidimensionali funzionali alla delimitazione delle aree allagabili in caso di rottura arginale potrà essere effettuata solamente nell'ambito delle attività di cui al livello di analisi massimo definito al paragrafo 4.3 della Relazione Generale.



L'ambito di riferimento della fascia C del fiume Po può essere suddiviso in comparti idraulici delimitati dalle arginature maestre del Po e dalle arginature di rigurgito (ove presenti) degli affluenti principali.

Di seguito si riporta una rappresentazione dei comparti.





6. Mappatura della pericolosità e del rischio residuale

A conclusione delle attività del *Progetto strategico per il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l'asta medio - inferiore del fiume Po* è stato predisposto un Programma delle attività per l'attuazione delle linee progettuali strategiche.

Per quanto riportato nella premessa della Relazione tecnica, l'attuazione di tale programma di attività "costituisce inoltre fondamentale ed indispensabile elemento di completamento, nel tempo differito, delle attività di previsione della piena recentemente organizzate e sistematizzate, anche in seguito alla costituzione dei Centri funzionali e dei Centri di competenza (Dir.P.C.M. 27.02.2004 – pubblicato sulla G.U. n.59 del 11.03.2004), nell'ambito di una specifica convenzione (rep. AdbPo n° 271 del 27/04/2005) stipulata fra il Dipartimento della Protezione Civile, l'Autorità di bacino del fiume Po, l'AIPO, l'ARPA della Regione Emilia Romagna, la Regione Lombardia, l'ARPA della Regione Piemonte, la Regione Valle d'Aosta e la Regione Veneto "per la realizzazione di un sistema di modellistica idraulica per la previsione ed il controllo delle piene fluviali dell'asta principale del fiume Po".

Lo stesso programma delle attività potrebbe trovare attuazione all'interno delle funzioni di Centro di Competenza in capo a questa Autorità di bacino ed attualmente in corso di definizione con il Dipartimento della Protezione Civile.

Le linee progettuali strategiche individuate sono:

- Linea A Il monitoraggio e la manutenzione dell'alveo e il controllo della vulnerabilità delle arginature in relazione al fenomeno di erosione;
- Linea B Il monitoraggio delle arginature e il controllo della vulnerabilità in relazione al fenomeno di sifonamento e sfiancamento;
- Linea C La valutazione e la gestione del rischio residuale in fascia C;
- Linea D Il miglioramento della capacità di laminazione delle golene e la laminazione controllata in fascia C della "piena al limite di prevedibilità".

In attuazione di tali indicazioni si propone quindi di sviluppare nel primo ciclo di pianificazione previsto dalla Direttiva alluvioni che si concluderà nel 2015 con l'approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni le seguenti attività.

Ciascuna delle attività proposte dovrebbe essere sviluppata secondo due distinti piani operativi:

I. Estensivo: il programma di indagine viene mirato a studiare l'intera estensione dell'attuale fascia C, o almeno una sua ampia porzione;

II. A campione: l'indagine viene focalizzata su alcuni comparti idraulici del corso medio inferiore del Fiume Po ritenuti particolarmente significativi (ad es. tratti critici delle arginature maestre), in maniera da ottenere indicazioni salienti che potranno in futuro essere estesi alla rimanente parte della fascia C.

1. Mappe pericolosità da alluvione - schema delle attività previste

1) Con riferimento allo scenario alluvionale (a) "eventi estremi" (v. Articolo 6, comma 3.a della "Direttiva Piene", Parlamento Europeo, 2007), confronto dell'attuale Fascia C di PAI con le zone inondabili desunte attraverso l'impiego della modellistica matematica fisicamente basata dei fenomeni di allagamento (ad es., modelli raster-based, o modelli agli elementi finiti) utilizzando come supporto topografico il recente DTM ad alta risoluzione sviluppato a partire da rilievi LiDAR.

2) Distinzione all'interno della Fascia C di due diverse zone in cui la pericolosità idraulica sia legata prevalentemente ad effetti dinamici (tiranti e velocità della corrente idrica non trascurabili) ovvero ad effetti statici (velocità trascurabili o comunque tali da non determinare condizioni di pericolo particolare) (v. Articolo 6, comma 4.c della "Direttiva Piene", Parlamento Europeo, 2007).



2. Mappe rischio da alluvione - schema delle attività previste

3) Caratterizzazione delle aree inondabili del corso medio-inferiore del Fiume Po in termini di a) numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati; b) tipo e valore delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata; c) impianti e stabilimenti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate; d) altre informazioni considerate utili, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche e informazioni su altre notevoli fonti di inquinamento (v. Articolo 6, comma 5.a-d della "Direttiva Piene", Parlamento Europeo, 2007).

4) Implementazione di uno strumento matematico semplificato, che incorpori al suo interno un modello numerico quasi-bidimensionale (quasi-2D) del comportamento idraulico del Fiume Po e delle aree da esso allagabili in occasione di scenari alluvionali corrispondenti alla tipologia (a) "eventi estremi" (v. Articolo 6, comma 3.a della "Direttiva Piene", Parlamento Europeo, 2007) per affrontare su vasta scala spaziale la valutazione e la mappatura delle condizioni di rischio da inondazione nelle aree inondabili del corso medio inferiore del Fiume Po, caratterizzate come descritto al precedente punto 3). L'affidabilità del modello numerico-idraulico adottato all'interno dello strumento di calcolo deve essere preventivamente verificata attraverso il confronto con simulazioni condotte mediante modellazione matematica c.d. "fisicamente basata" (ad es., modelli raster-based, o modelli agli elementi finiti).



7. Valutazione del fabbisogno

Nella tabella seguente, estratta dalla Relazione tecnica del progetto esecutivo descritto al capitolo 5, sono infine riportate le stime delle risorse necessarie per lo sviluppo delle attività necessarie alla valutazione della pericolosità e del rischio residuale. Nella stima non sono compresi i costi per il completamento dei rilievi laserscanner, batimetrici e topografici sia sul reticolo idrografico sia sull'area di pianura (fascia C del fiume Po), in quanto di competenza del MATTM.

Attività	TOTALE (euro)
Completamento studi di fattibilità sui corsi d'acqua secondari parzialmente fasciati (circa 1200 Km)	6.000.000
Rischio residuale sull'asta del fiume Po e sui principali affluenti nei tratti rigurgitati	4.000.000
Sistema informativo	1.000.000
Analisi economiche	750.000
Analisi ambientali	750.000
Analisi per la stima dei cambiamenti climatici	500.000
TOTALE (euro)	13.000.000

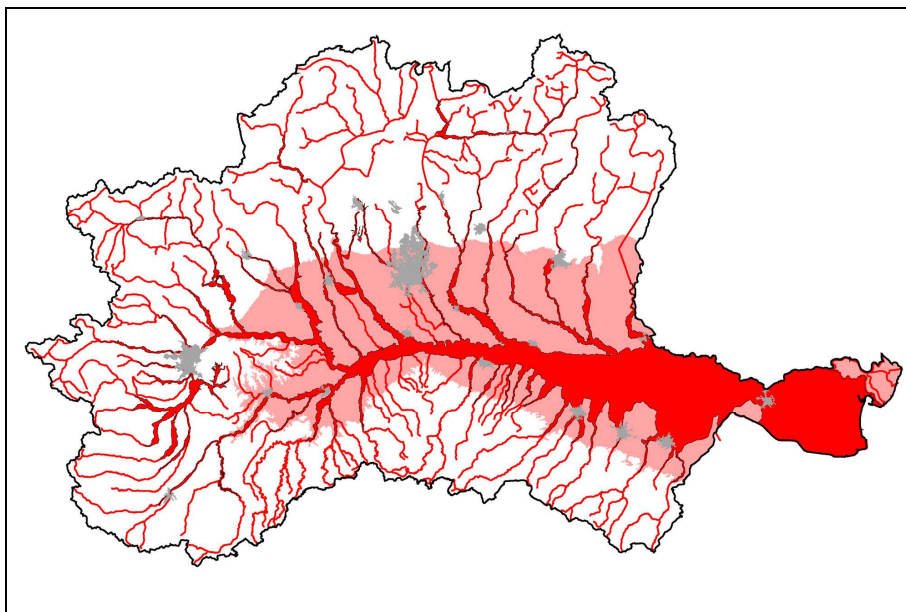
In relazione alle risorse disponibili possono essere programmate sole alcune attività che costituiscono un primo approccio all'analisi della pericolosità residuale in quanto solo nei successivi cicli di gestione del piano sarà possibile disporre per l'intero bacino, di tutte quelle informazioni, fra cui in particolare quelle topografiche (rilievi laserscanner), necessarie all'implementazione di modelli idraulici bidimensionali e al conseguente approfondimento della pericolosità residuale.

Le attività di cui al punto 1 del paragrafo precedente potranno essere svolte limitatamente ad alcuni comparti con il seguente impegno di risorse.

Attività	Ambito di studio
Mappe pericolosità da alluvione	
Confronto dell'attuale Fascia C di PAI con le zone inondabili desunte attraverso l'impiego della modellistica matematica fisicamente basata dei fenomeni di allagamento (ad es., modelli raster-based, o modelli agli elementi finiti) utilizzando come supporto topografico il recente DTM ad alta risoluzione sviluppato a partire da rilievi LiDAR	Secchia-Panaro Parma-Enza
Distinzione all'interno della Fascia C di due diverse zone in cui la pericolosità idraulica sia legata prevalentemente ad effetti dinamici (tiranti e velocità della corrente idrica non trascurabili) ovvero ad effetti statici (velocità trascurabili o comunque tali da non determinare condizioni di pericolo particolare.	Secchia-Panaro Parma-Enza
Ricostruzione del quadro giuridico e tecnico del servizio di polizia idraulica e di piena	Bacino Po
Costo totale (euro)	25.000



Si segnala infine che il Piano Straordinario di Telerilevamento - PST ha conseguito risultati molto positivi, per qualità dei dati prodotti e per diminuzione dei tempi di acquisizione (con riduzione dei costi per gli investimenti che sarebbero stati necessari per ottenere tali risultati con tecnologie tradizionali e/o con rilievi parziali). La disponibilità di modelli digitali del terreno (DTM - Digital Terrain Model) è il presupposto necessario per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE in quanto ne costituiscono la base fondamentale di conoscenza, per l'attivazione del monitoraggio dei corsi d'acqua e per la definizione delle misure e degli strumenti operativi. In particolare per la definizione della pericolosità residuale è necessario il completamento del rilievo della fascia C di Po (evidenziata in rosso nella figura di seguito riportata) mediante il rilievo della fascia in sinistra Po, il completamento del rilievo della fascia C dei principali affluenti e il rilievo di aree di pianura inter-fasce (evidenziata in rosa).





8. Stima dei tempi e cronoprogramma

Le attività così come programmate devono essere ultimate entro giugno 2013, data fissata all'art. 6 del D.Lgs 49/2010 per la predisposizione delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni. La data di avvio delle attività, necessaria a garantire un completo sviluppo delle attività, è quella di inizio 2012 al fine di poter disporre di un orizzonte temporale di 18 mesi complessivi.

Il cronoprogramma delle attività sarà organizzato in funzione della messa a disposizione delle risorse umane e finanziarie necessarie alla realizzazione delle attività medesime.

	2012 Marzo-Dicembre	2013 Gennaio-Giugno
Con riferimento allo scenario alluvionale "eventi estremi", confronto dell'attuale Fascia C di PAI con le zone inondabili definite attraverso l'impiego della modellistica matematica fisicamente basata dei fenomeni di allagamento (ad es., modelli raster-based, o modelli agli elementi finiti) utilizzando come supporto topografico il recente DTM ad alta risoluzione sviluppato a partire da rilievi LiDAR.		
Distinzione all'interno della Fascia C di due diverse zone in cui la pericolosità idraulica sia legata prevalentemente ad effetti dinamici (tiranti e velocità della corrente idrica non trascurabili) ovvero ad effetti statici (velocità trascurabili o comunque tali da non determinare condizioni di pericolo particolare).		