



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

INDIRIZZI INERENTI AGLI ADEMPIMENTI DI CUI ALL'ART. 8, COMMA 5 QUATER DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI

Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 04.02.2020



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Introduzione	4
3	Predisposizione Shapefiles di base	6
4	Predisposizione della perimetrazione relativa alle aree di pericolosità ($V_p > 0,75$).....	8
5	Predisposizione della perimetrazione relativa alle aree critiche ($0 < V_p \leq 0,75$)	14
6	Aree aventi $V_p = 0$	24
7	Struttura della tabella attributi.....	26



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

1 Premessa

L'art.8 comma 5bis delle Norme di Attuazione del PAI recita testualmente:

“Per le parti del territorio comunale non direttamente afferenti ad elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale e per le quali si verificano entrambe le condizioni di bacini di superficie superiore a 0,20 kmq e portate cinquantennali superiori a 5 mc/s, i Comuni, qualora si siano manifestate situazioni di diffuso e significativo allagamento per scorrimento superficiale delle acque meteoriche, possono redigere appositi studi dei bacini urbani, finalizzati alla descrizione del fenomeno dello scorrimento superficiale causato dalla impermeabilizzazione dei suoli, alla perimetrazione di eventuali aree urbane di pericolosità e alla valutazione del tirante idrico (h) e della velocità della corrente (v) determinati, mediante adeguata analisi modellistica, tenendo conto della presenza dell'edificato esistente, dei sistemi di drenaggio urbano e dei volumi idrici conseguenti agli eventi meteorici con tempi di ritorno specificati al comma seguente.”

Tale articolo consente di studiare i bacini urbani residui non direttamente afferenti ad elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico ufficiale. Tali bacini infatti, prima dell'introduzione del succitato articolo, in alcuni casi venivano studiati mediante la classica modellazione idraulica monodimensionale che però non rappresentava in maniera opportuna il reale fenomeno di allagamento.

In quest'ottica, i Comuni che presentano parti del territorio comunale non direttamente afferenti ad elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale e per le quali si verificano entrambe le condizioni di bacini di superficie superiore a 0,20 kmq e portate cinquantennali superiori a 5 mc/s, possono, qualora si siano manifestate situazioni di diffuso e significativo allagamento per scorrimento superficiale delle acque meteoriche, redigere appositi studi dei bacini urbani, finalizzati alla descrizione del fenomeno dello scorrimento superficiale causato dalla impermeabilizzazione dei suoli, alla perimetrazione di eventuali aree urbane di pericolosità e alla valutazione del tirante idrico (h) e della velocità della corrente (v) determinati, mediante adeguata analisi modellistica.

La formulazione del comma 5bis, quindi, non determina automaticamente in capo ai Comuni l'obbligo di redigere per tutti i bacini urbani residui gli studi bidimensionali ma, piuttosto, costituisce una importante novazione normativa in termini di modellistica utilizzabile per analizzare le aree urbane che, a causa di insufficienza del sistema di drenaggio urbano e/o dell'aumento delle superfici impermeabili, abbiano manifestato in passato situazioni di diffuso e significativo scorrimento superficiale delle acque.

Una prima fase dello studio riguarda l'analisi dei risultati sulla base delle mappe di altezza idrica e di velocità. Così come riportato nel comma **5ter** *“Con riferimento al comma precedente, i Comuni provvedono a perimetrare, per i tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni, come aree urbane*



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

di pericolosità idraulica quelle parti del territorio comunale nelle quali la vulnerabilità delle persone (V_p) assuma valori superiori a 0,75. La vulnerabilità delle persone V_p , secondo le Linee Guida ISPRA, è espressa dalla relazione $V_p=h(v+0,5)+0,25$, con (h) in metri e (v) in metri al secondo e assumendo $V_p=0$ nel caso in cui (h) è inferiore o uguale a 0,25 m.” È pertanto necessario analizzare in primis i valori della vulnerabilità calcolata sulla base delle “Linee guida e indirizzi operativi per la modellazione idraulica dei fenomeni di allagamento nei bacini urbani residui - Relazione metodologica”, di seguito indicate come Linee Guida.

L'articolo 8 comma **5 quater** cita “I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5 bis, per le aree urbane (H_i^*) nelle quali V_p assume un valore inferiore o uguale a 0,75, applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (H_i^*) individuate.”

Il successivo comma **5 quinquies** aggiunge che “In fase di adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi, i Comuni introducono per le aree di cui ai commi 5 ter e 5 quater norme relative al divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati, alla realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, alla dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati esistenti.”

Nell'allegato alle Linee guida la metodologia è applicata ad un caso reale, a soli fini didattici, considerando un Tempo di Ritorno di 50 anni e nei paragrafi seguenti verranno fornite le indicazioni per sviluppare l'adeguamento della pianificazione tenendo conto dei risultati ottenuti negli studi effettuati.

Si sottolinea che le immagini riportate nel seguito sono volutamente non riferibili alla modellazione-pilota del caso di studio effettuata nel citato allegato alle Linee Guida in quanto il presente documento ha lo scopo di fornire esclusivamente alcune indicazioni operative generali non riferibili a casi specifici.

2 Introduzione

La rappresentazione delle aree di pericolosità idraulica H_i derivante dagli adempimenti di cui all'art. 8, comma 5 quater delle NA del PAI, dovrà avvenire in maniera analoga a quanto previsto



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

per il confezionamento dei dati inerenti alle perimetrazioni delle aree a pericolosità idrogeologica, ed, in ogni caso, in coerenza con quanto previsto dall'allegato 1 "*Specifiche tecniche per gli elaborati cartografici*" alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 19 febbraio 2019, ed al documento "*Prerequisiti dati in ingresso nel SITR-IDT*", disponibile presso il Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna.

Di seguito verranno schematizzati, anche con l'ausilio di immagini esplicative, i passaggi necessari per la predisposizione degli shapefiles della pericolosità idraulica relativa ai bacini urbani residui.

Le elaborazioni si riferiscono alle aree di esondazione individuate con l'utilizzo della modellazione bidimensionale oggetto del suddetto documento e riferita a $Tr = 50$ anni.

Sono state sviluppate due differenti modellazioni: la prima è stata effettuata utilizzando come superficie di riferimento il DEM, al quale sono state aggiunte le informazioni plano-altimetriche delle edificazioni esistenti (nel seguito DEM_integrato) e la seconda, utilizzando il DEM riferito al solo piano di campagna, senza considerare quindi la presenza degli edifici.

Le due differenti modellazioni sono motivate dalla necessità di studiare i fenomeni fisici in relazione all'obiettivo di gestire le possibili trasformazioni urbanistiche-edilizie degli edificati esistenti. Pertanto, la modellazione con DEM integrato descrive il fenomeno in relazione alle attuali edificazioni mentre la modellazione con il DEM consente di avere lo scenario futuro del fenomeno in coerenza con le possibili trasformazioni.

È in questa ottica, quindi, che deve essere ponderato l'intero processo di definizione delle aree di pericolosità derivanti dalle modellazioni precedentemente citate.

A tale proposito, infatti, la valutazione delle aree soggette alla disciplina di salvaguardia è da ritenersi strettamente correlata al concetto di trasformabilità urbanistica, in coerenza con le norme e il contesto paesaggistico/urbanistico nel quale le aree sono inserite. È evidente che, laddove il tessuto urbano abbia subito lievi o nulle trasformazioni in un rilevante periodo di tempo, e soprattutto non si prevedano, alla luce dei principi di conservazione dei nuclei storici e comunque dell'applicazione delle norme urbanistiche e paesaggistiche, rilevanti trasformazioni, la presenza degli edifici può, e in alcuni casi deve essere considerata elemento rilevante ai fini della modellazione. Laddove invece le possibilità e gli scenari di trasformazione/evoluzione urbanistica ed edilizia abbiano la concreta probabilità di verificarsi, la modellazione dovrà tenere conto dell'andamento naturale della superficie, e pertanto si dovranno considerare anche i risultati derivanti dalla modellazione senza edifici effettuata con questo criterio.

Sulla base degli output del software di modellazione e delle considerazioni precedentemente esposte, pertanto, si è proceduto alla analisi di tali dati secondo le fasi operative di seguito riportate.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

3 Predisposizione Shapefiles di base

La prima operazione da effettuare riguarda l'estrazione delle geometrie di tipo poligonale vettoriale a partire dai raster di output del software di modellazione utilizzato.

Tale operazione di estrazione non deve, in questa fase, prevedere alcuna funzione di semplificazione delle geometrie ottenibile attraverso riduzione dei vertici o smoothing, in modo da avere uno strato completo della rappresentazione.

Naturalmente l'estrazione o conversione dovrà avvenire sia per le risultanze della modellazione che utilizza il DEM_integrato completo di edifici, sia per il DEM che utilizza come riferimento la sola superficie del piano di campagna.

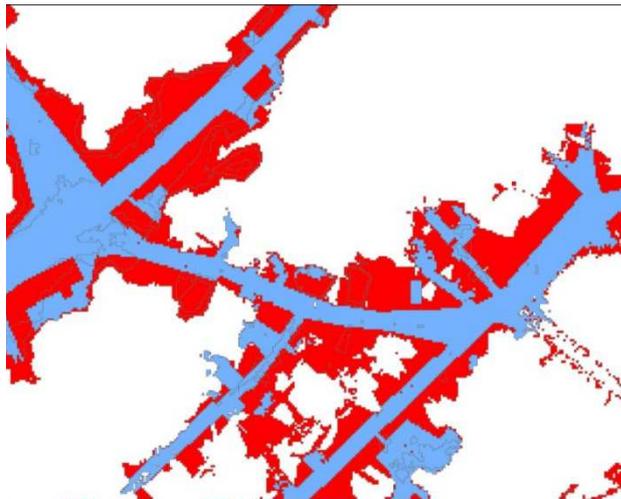


immagine 1. L'immagine mostra il confronto tra gli shapefile derivanti dai risultati della modellazione effettuata in presenza dell'edificato, DEM_integrato (in azzurro) ed i risultati della modellazione senza edifici DEM (in rosso). Il dettaglio mostra meglio le differenze tra i due risultati.

Ai poligoni contenuti nelle coperture così ricavate, saranno associate le informazioni relative alla vulnerabilità delle persone V_p calcolata in funzione della velocità e del tirante idrico così come riportato nell'art. 8 comma 5 ter; il valore del fattore V_p può essere/viene suddiviso nelle seguenti tre classi:

- $V_p > 0,75$ definisce aree di pericolosità ($Hi4$ – art. 27 delle NA del PAI)
- $0 < V_p \leq 0,75$ definisce aree critiche (Hi^* - art. 8, comma 5 quater e quinques)
- $V_p = 0$



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Le elaborazioni saranno distinte per ciascuna delle tre classi precedentemente elencate, a partire dalla prima ($V_p > 0,75$).

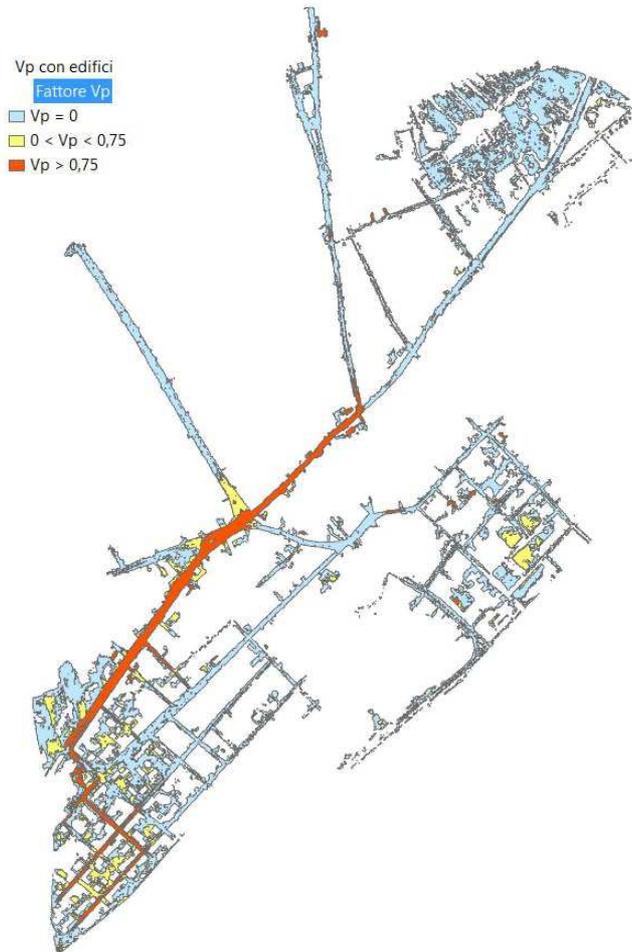


immagine 2. L'immagine mostra lo shapefile derivante dalla modellazione effettuata in presenza dell'edificato (DEM_integrato), tematizzato secondo le tre classi in cui è stato suddiviso il valore del fattore Vp.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

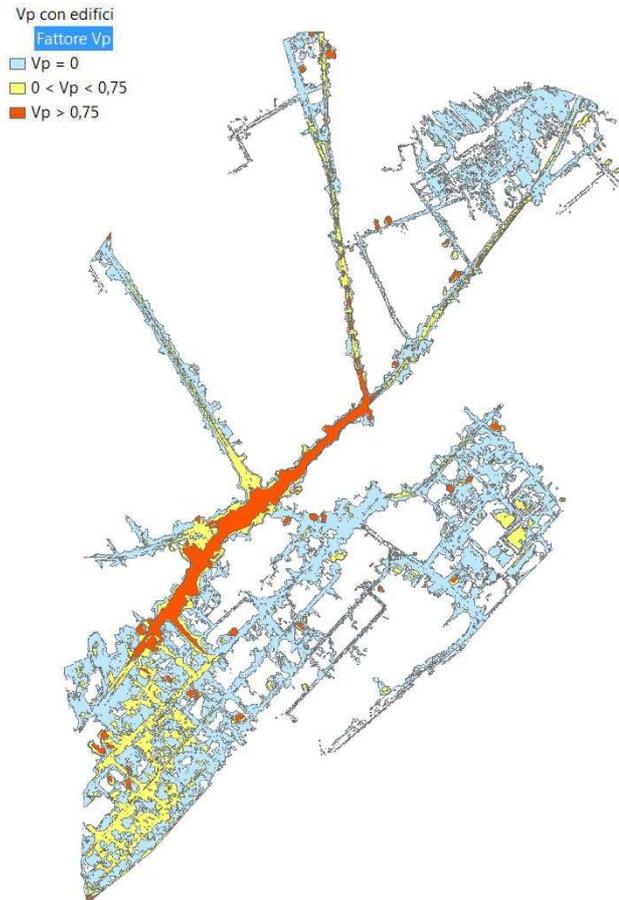


immagine 3. L'immagine mostra lo shapefile derivante dalla modellazione effettuata senza edifici (DEM), tematizzato secondo le tre classi in cui è stato suddiviso il valore del fattore Vp

4 Predisposizione della perimetrazione relativa alle aree di pericolosità (Vp > 0,75)

Così come riportato nell'art. 8 comma 5 ter “i Comuni provvedono a perimetrare, per i tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni, come aree urbane di pericolosità idraulica quelle parti del territorio comunale nelle quali la vulnerabilità delle persone (Vp) assuma valori superiori a 0,75. ...omissis... Per tali aree si applicano le norme di cui ai successivi articoli 27, 28, 29 e 30 per i corrispondenti tempi di ritorno.”



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Nel caso pratico sviluppato nell'allegato delle "Linee Guida" le aree in cui la V_p risulta maggiore di 0.75 sono riportate in rosso nella immagine 2 nel caso di modellazione effettuata tenendo conto della presenza di edifici (DEM_integrato). In questo caso l'andamento delle aree pericolose individuate prevalentemente ricalca l'impronta delle strade che rappresentano le linee di scorrimento preferenziale della corrente dando luogo a tiranti e a velocità elevate.

Al fine di studiare in dettaglio la zona, come già affermato, è stata sviluppata una modellazione bidimensionale utilizzando come dato plano-altimetrico di base il modello digitale del terreno reperibile presso il GeoPortale istituzionale regionale DEM, non considerando la presenza degli edifici. I risultati della Vulnerabilità calcolata in queste condizioni sono riportati nella immagine 3.

Per individuare le aree pericolose Hi_4 è necessario elaborare e confrontare, anche in funzione delle possibilità di trasformazione urbanistica, i risultati delle due simulazioni effettuate con DEM_integrato e con il DEM, e al fine di ottenere le corrette perimetrazioni, sarà necessario svolgere la seguente sequenza di operazioni, articolata in 4 fasi:

- a) definizione delle geometrie di base;
- b) verifica della continuità e suo ripristino;
- c) verifica delle aree di vuoto residuali ed eliminazione di elementi cartograficamente non significativi;
- d) adattamento delle aree alla topografia.

4.1 Fase a) - Definizione delle geometrie di base

Nella fase in questione, si provvederà a predisporre lo shapefile di base su cui eseguire le operazioni successive.

In particolare è necessario formare un unico shapefile che contenga le perimetrazioni delle aree (rosse in immagine 2) in cui $V_p > 0,75$ derivate dalla modellazione effettuata sul DEM_integrato, estesa fino al limite delle perimetrazioni delle aree ottenute dal DEM e contigue alle precedenti (rosse in immagine 3). Tale estensione potrà essere effettuata sia utilizzando le funzioni di "merge" sia quelle di "union" e il risultato è visibile nelle immagini seguenti.

L'operazione di estensione, coerentemente con quanto espresso precedentemente nell'introduzione, permette di tenere conto della possibilità che l'esondazione coinvolga aree attualmente occupate da edifici ma che, alla luce delle normative urbanistiche e delle possibilità di trasformazione urbanistica del tessuto urbano, in un futuro potrebbero liberarsi o comunque essere profondamente modificate. In tale modo le suddette aree potrebbero essere interessate dai fenomeni di deflusso superficiale delle acque e per tali motivi vengono incluse.

Al contrario, laddove la trasformabilità urbanistica delle aree interessate è bassa o nulla a causa delle norme paesaggistiche ed urbanistiche vigenti, e pertanto l'attuale assetto del tessuto urbano



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

può considerarsi elemento che condiziona il deflusso idraulico superficiale, l'operazione di estensione potrà non essere effettuata.

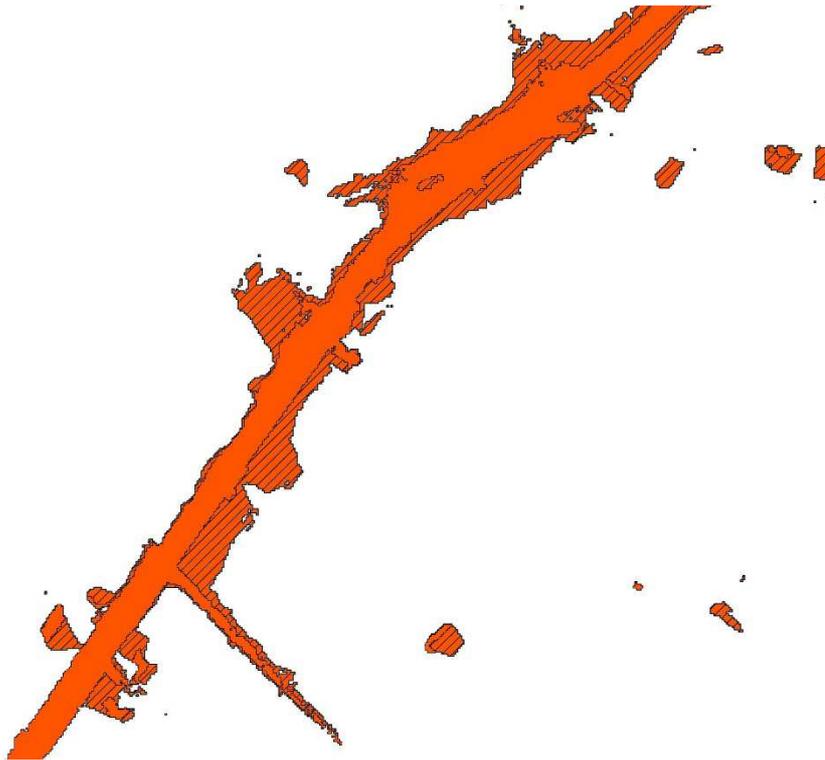


immagine 4. L'immagine mostra un dettaglio dello shapefile risultante dall'estensione delle superfici relative alla classe $V_p > 0,75$ derivanti dalla modellazione effettuata in presenza dell'edificato (DEM_integrato, rappresentato in rosso pieno) fino ai limiti delle aree modellate sul solo piano di campagna (DEM, rappresentato in rosso tratteggiato). Tale estensione è stata ottenuta mediante un involuppo delle geometrie contenute nei due shapefile di base.

4.2 Fase b) - Verifica della continuità e suo ripristino

Nella fase b) si procederà ad un esame critico dei risultati della fase a) in funzione di valutazioni sulla continuità del fenomeno reale di scorrimento delle acque superficiali.

Tale esame potrà mettere in evidenza una serie di interruzioni della continuità delle aree precedentemente ottenute, spesso dovute all'andamento della superficie di riferimento. In alcuni casi, la successione di piccole aree isolate può indicare comunque una tendenza alla continuità del fenomeno, seppure geometricamente distinte. In tali casi, sulla base di conoscenze approfondite del caso concreto anche in relazione a precedenti fenomeni rilevati, occorre valutare la opportunità di ripristinare manualmente la continuità generando, con le opportune funzioni di editing del software utilizzato, i poligoni di completamento delle aree di pericolosità. Tale operazione è esemplificata nelle seguenti illustrazioni.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

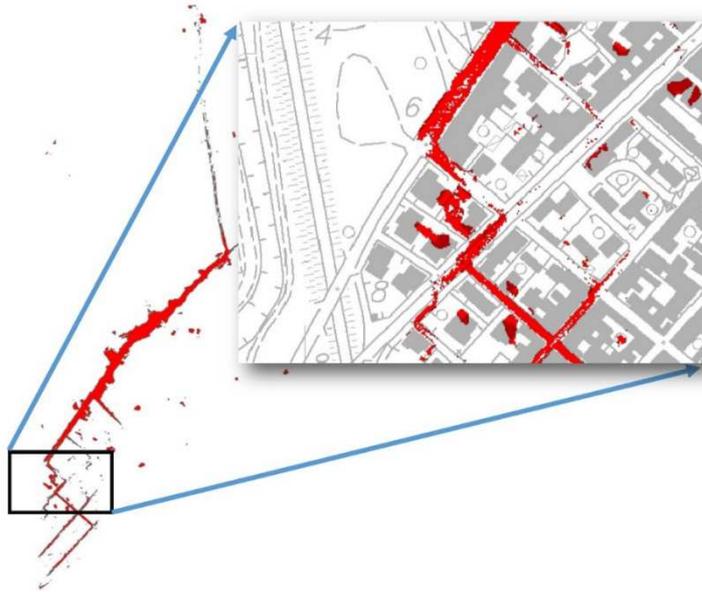


immagine 5. L'immagine mostra la presenza di discontinuità osservabili nella fascia caratterizzata da $V_p > 0,75$. L'andamento delle geometrie suggerisce una continuità tra le aree adiacenti.



immagine 6. L'immagine mostra il ripristino della continuità del fenomeno di scorrimento tra le aree adiacenti effettuato manualmente. Le aree ripristinate sono evidenziate in azzurro.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

4.3 Fase c) - Verifica delle aree di vuoto residuali ed eliminazione di elementi cartograficamente non significativi

Ottenuta in questo modo un'area continua di pericolosità con $V_p > 0,75$, si potranno verificare all'interno della stessa una serie di piccoli vuoti residuali. In questa fase c) si provvederà a colmare questi vuoti generando i corrispondenti riempimenti, come è possibile vedere nelle immagini sottostanti.

Al termine della fase appena descritta di ripristino della continuità, si procederà all'eliminazione dei poligoni isolati e discontinui aventi superficie trascurabile dal punto di vista cartografico e della reale e congruente descrizione del fenomeno idraulico.



immagine 7. L'immagine mostra il risultato delle operazioni effettuate nella fase c). La presenza di piccoli vuoti osservabili all'interno dell'area di pericolosità (immagine a sinistra) è stata risolta colmando gli stessi (immagine al centro). Nella immagine più a destra si osserva come siano stati anche eliminati gli elementi isolati che siano considerati, sulla base della conoscenza diretta del caso specifico locale, non significativi.

4.4 Fase d) - Adattamento delle aree alla topografia e allo stato dei luoghi



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Una volta ottenute le aree di pericolosità, continue e prive di vuoti residuali interni, sarà necessario provvedere ad un adattamento delle perimetrazioni delle stesse alla topografia e allo stato dei luoghi (fase d).

Si opererà un adattamento dei contorni delle fasce all'andamento morfologico e orografico, prendendo come riferimento l'andamento delle isoipse più in prossimità o della presenza di elementi fisici urbani (quali recinzioni, marciapiedi e prospetti di edifici). Le isoipse potranno essere derivate dalla cartografia di riferimento (in scala adeguata) oppure ricavate mediante le funzioni di contouring dei più diffusi software GIS.

L'adattamento dei contorni dovrà avvenire tenendo conto delle esigenze di semplificazione degli stessi al fine di evitare l'eccessiva proliferazione di vertici che rallentino le operazioni di rigenerazione e in generale dell'utilizzo delle coperture nei software client GIS più diffusi o negli applicativi web appositamente messi a punto dalla Regione Sardegna.

Per semplificare le operazioni, potranno essere utilizzate funzioni automatiche di generalizzazione e smoothing, a patto di non alterare in maniera significativa l'andamento delle geometrie. Le immagini sottostanti mostrano un corretto esempio di adattamento delle geometrie alla topografia.

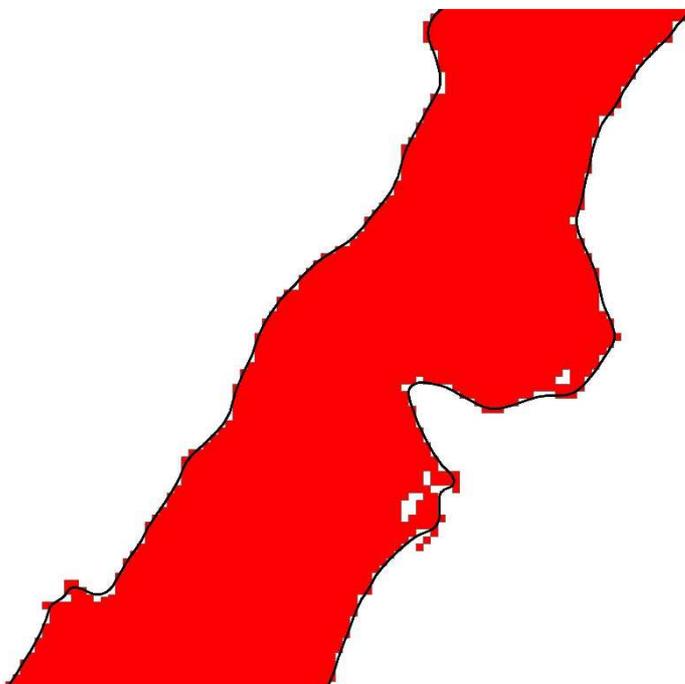


immagine 8. L'immagine mostra il confronto tra i limiti privi di adattamento, che appaiono seghettati, e quelli adattati, rappresentati dalla linea più spessa.

Al termine delle quattro fasi precedentemente descritte, il risultato finale delle operazioni di perimetrazione delle aree pericolose ($V_p > 0,75$) è visibile nella immagine 9 sottostante che identifica le aree Hi4 di cui all'articolo 27 delle Norme di Attuazione del PAI.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



immagine 9. Dettaglio delle perimetrazioni delle aree pericolose ($V_p > 0,75$)

5 Predisposizione della perimetrazione relativa alle aree critiche ($0 < V_p \leq 0,75$)

L'art. 8 comma 5quater cita testualmente “I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5bis, per le aree urbane (H_i^*) nelle quali V_p assume un valore inferiore o uguale a 0,75, applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (H_i^*) individuate”. Il comma 5quinquies cita inoltre “In fase di adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi, i Comuni introducono per le aree di cui ai commi 5 ter e 5 quater norme relative al divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati, alla realizzazione di interventi di



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, alla dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati esistenti”.

Nelle immagine 2 e immagine 3 le aree urbane Hi* vengono indicate in giallo. Il comune in queste zone applicherà una serie di prescrizioni/norme atte a mantenere traccia del potenziale allagamento al fine di evitare situazioni di criticità e pericolosità.

Le indicazioni/prescrizioni che i Comuni devono inserire all'interno dei loro strumenti generali e attuativi per tener conto di tali risultati riguardano:

- evitare la creazione di nuove situazioni di criticità,
- ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti,
- limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano
- divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati;
- realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale
- dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati esistenti

Nel rispetto dell'autonomia dei singoli Comuni, si consiglia inoltre:

- accumulo dei volumi derivanti dall'impermeabilizzazione del territorio mediante la realizzazione di vasche di accumulo/cisterne per l'accumulo ed il riutilizzo delle acque piovane raccolte.

Per quanto riguarda la predisposizione delle perimetrazioni relative alle aree critiche Hi*, analogamente a quanto descritto precedentemente, saranno ricavate a partire dagli shapefile estratti dagli output del software di modellazione utilizzato. Si evidenzia che le aree critiche Hi* da considerare ai fini di una corretta pianificazione, sono quelle ottenute dall'involuppo delle Hi* derivanti dall'applicazione della presente metodologia per tutti i tempi di ritorno.

Per le aree appartenenti a questa tipologia, sarà necessario, affrontare una sequenza di operazioni più articolata rispetto a quella relativa alle aree pericolose, di seguito schematizzata:

- a) Definizione delle geometrie di base;
- b) Verifica della continuità e suo ripristino;
- c) Selezione ed estrazione delle aree critiche contigue a quelle pericolose;
- d) Estensione con le aree critiche derivate dal DEM senza edifici;
- e) Verifica delle aree di vuoto residuali;
- f) Adattamento delle aree alla topografia;
- g) Sovrapposizione con le fasce relative alle aree pericolose e verifica topologica delle coperture ottenute.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

5.1 Fase a) - Definizione delle geometrie di base

La prima fase consiste nella definizione degli elementi di base utilizzabili per le successive operazioni di predisposizione delle perimetrazioni relative alle aree critiche.

Gli shapefile relativi alle aree derivanti dalla modellazione effettuata in presenza dell'edificato (DEM_integrato) e da quella DEM riferita al solo piano di campagna, potranno essere ottenuti mediante selezione della classe avente $0 < V_p \leq 0,75$ e successiva esportazione dei relativi poligoni.



immagine 10. L'immagine mostra lo shapefile di base derivato dalla selezione degli elementi caratterizzati dai valori del fattore V_p propri della classe in argomento ($0 < V_p \leq 0,75$) dallo shapefile derivato dalla conversione dei raster di output della modellazione effettuata in presenza degli edifici (DEM_integrato).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

5.2 Fase b) - Verifica della continuità e suo ripristino

Nella fase b) si procederà ad un esame delle perimetrazioni ottenute, effettuata con gli stessi criteri descritti per la perimetrazione delle aree pericolose Hi4.

L'esame potrà mettere in evidenza una serie di interruzioni della continuità delle fasce precedentemente ottenute, spesso dovute all'andamento del DEM e a sue modeste imprecisioni. La presenza di piccole aree isolate adiacenti, sebbene fisicamente non unite alle fasce, può indicare comunque una tendenza alla continuità delle stesse. In tali casi è preferibile ripristinare manualmente la continuità generando con le opportune funzioni di editing del software utilizzato i poligoni di completamento delle fasce, o utilizzando poligoni riferibili alla classe $V_p = 0$. Tale operazione è esemplificata nelle seguenti illustrazioni.

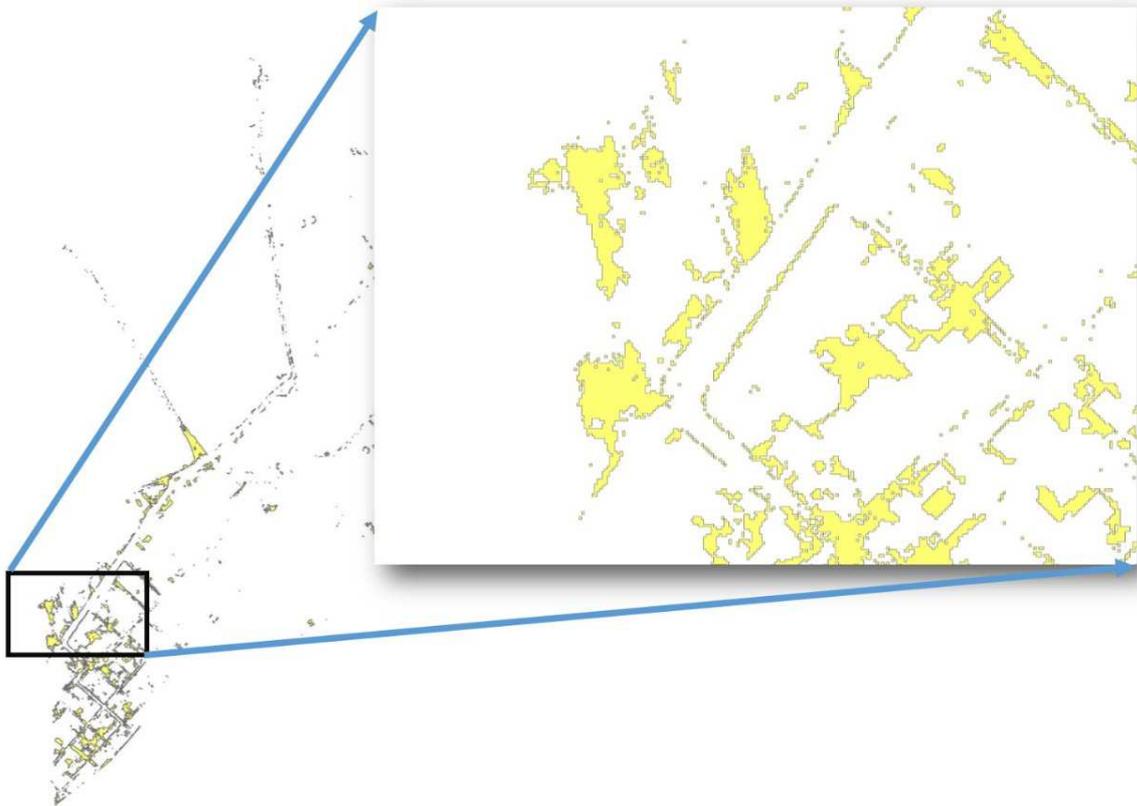


immagine 11. L'immagine mostra la presenza di discontinuità osservabili nelle aree caratterizzate da V_p compreso tra 0 e 0,75. L'andamento delle geometrie suggerisce una continuità tra le aree adiacenti.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

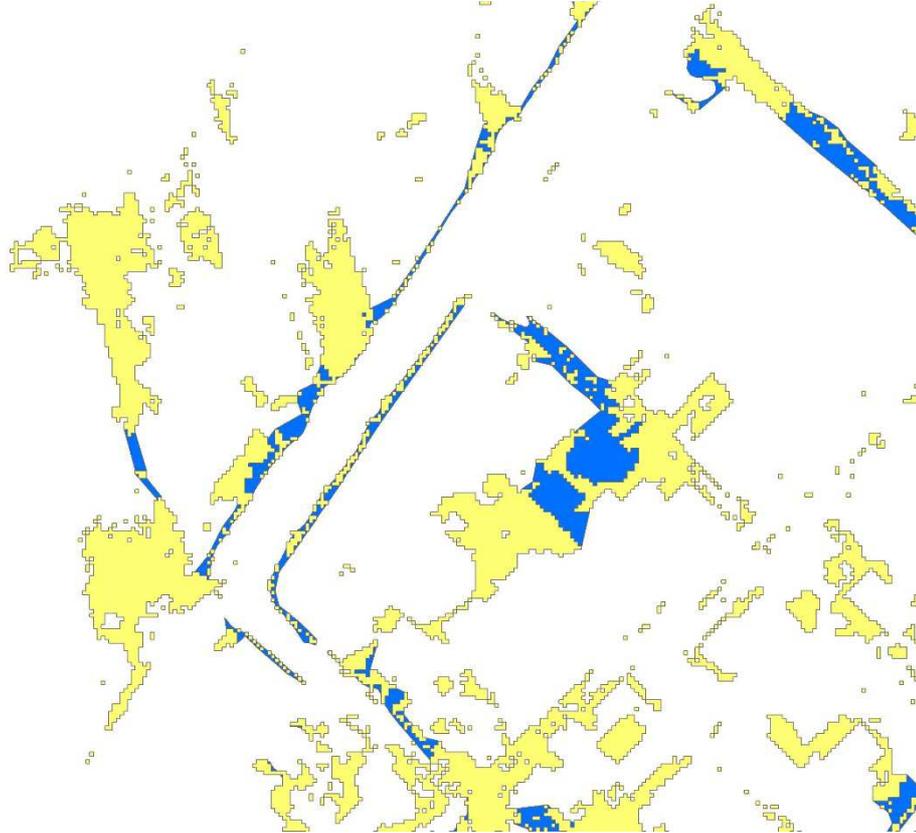


immagine 12. L'immagine mostra il ripristino della ideale continuità tra le aree adiacenti effettuato manualmente. Le aree ripristinate sono evidenziate in azzurro.

5.3 Fase c) - Selezione ed estrazione delle aree critiche contigue a quelle pericolose

Sullo shapefile di base relativamente alle aree con $0 < V_p \leq 0,75$ derivate dalla modellazione effettuata in presenza degli edifici (DEM_integrato), si opererà una selezione delle sole aree contigue a quelle classificate come pericolose (Hi4). La selezione pertanto avverrà con criteri GIS di selezione spaziale relativamente a queste ultime (Hi4) e il risultato è mostrato nelle immagini seguenti.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

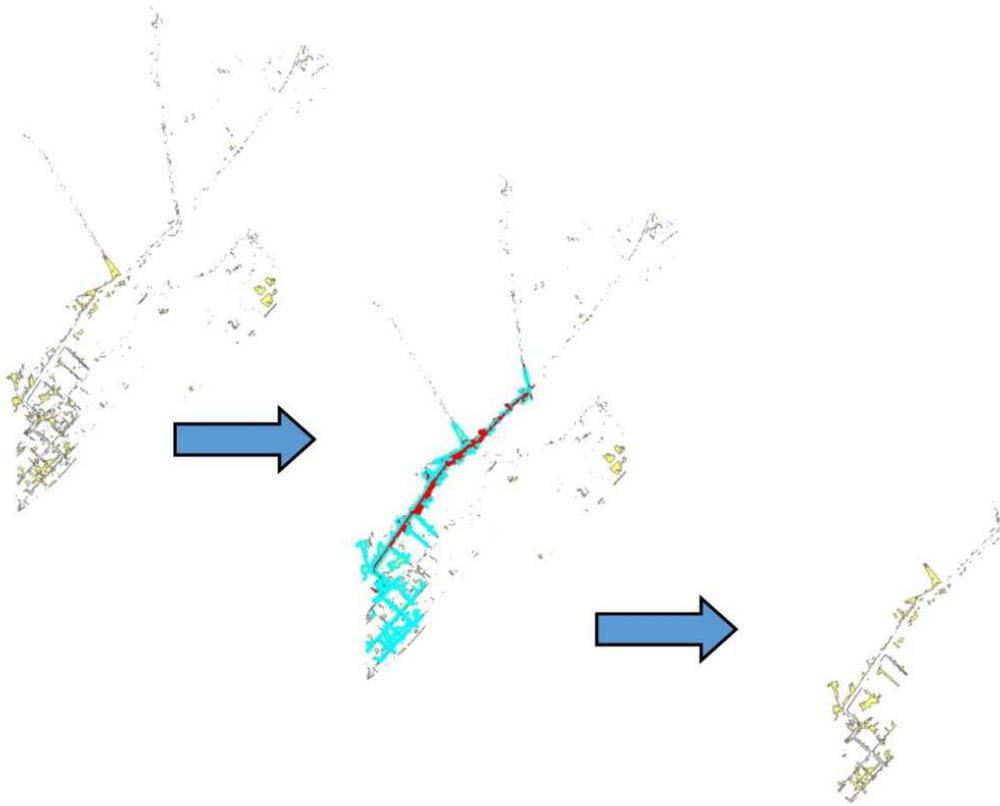


immagine 13. L'immagine a destra mostra lo shapefile di base relativo alle aree aventi V_p compreso tra 0 e 0,75 risultanti dalla modellazione effettuata in presenza degli edifici (DEM_integrato) al centro gli elementi selezionati adiacenti alle aree pericolose ($V_p > 0,75$) precedentemente create, e infine a destra il risultato di tale selezione.

5.4 Fase d) - Estensione con le aree critiche derivate dal DEM

Le aree così selezionate permetteranno di effettuare una ulteriore selezione su quelle derivanti dalla modellazione effettuata senza gli edifici, utilizzando il criterio di ubicazione precedentemente esposto.

In particolare saranno selezionate dallo shapefile derivanti dalla modellazione effettuata senza gli edifici (DEM), le sole aree contigue a quelle ottenute nella fase c).

Le aree selezionate costituiranno il limite dell'estensione delle aree critiche, che comprenderanno, quindi, sia le aree con $0 < V_p \leq 0,75$ derivate sia dalla modellazione effettuata con edifici (DEM_integrato), sia da quello che utilizza come riferimento la sola superficie del piano di campagna (DEM). Potrà essere anche effettuato un involuppo attraverso funzioni di "merge" o quelle di "union". Il risultato è visibile nelle immagini seguenti.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



immagine 14. L'immagine mostra a sinistra lo shapefile di base relativo alle aree aventi V_p compreso tra 0 e 0,75 risultanti dalla modellazione effettuata senza gli edifici (DEM), al centro gli elementi selezionati adiacenti alle aree definite nella fase c), e infine a destra il risultato di tale selezione.

5.5 Fase e) - Verifica delle aree di vuoto residuali.

Analogamente a quanto effettuato per quanto riguarda la perimetrazione delle aree pericolose, una volta ottenuta in questo modo una (o più) fascia continua che rappresenta le aree aventi $0 < V_p \leq 0,75$, sarà possibile osservare all'interno delle stesse una serie di piccoli vuoti residuali. In questa fase si provvederà a colmare questi vuoti generando i corrispondenti riempimenti, come è possibile vedere nelle immagini sottostanti.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

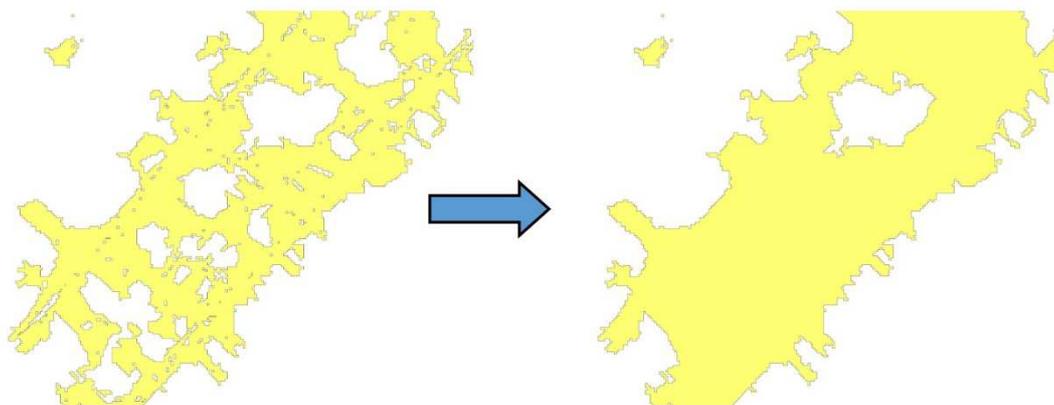


immagine 15. L'immagine mostra il risultato delle operazioni effettuate nella fase e). La presenza di piccoli vuoti osservabili all'interno delle aree critiche (immagine a sinistra) è stata risolta colmando gli stessi (immagine a destra).

5.6 Fase f) - Adattamento delle aree alla topografia

Analogamente a quanto fatto precedentemente per la perimetrazione delle aree pericolose, in questa fase si provvederà all'adattamento delle perimetrazioni delle stesse alla topografia.

Si opererà un adattamento dei contorni delle fasce all'andamento morfologico e orografico, con le stesse modalità precedentemente descritte.

5.7 Fase g) - Sovrapposizione con le aree pericolose e verifica topologica delle coperture ottenute

In questa fase si coordineranno le aree predisposte nelle fasi precedenti.

Si effettuerà un'operazione di “*erase*” che permetterà di cancellare dallo shapefile delle aree critiche le zone di sovrapposizione con le aree pericolose e di ottenere una fascia adiacente a queste ultime, come evidenziato nella figura sottostante.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

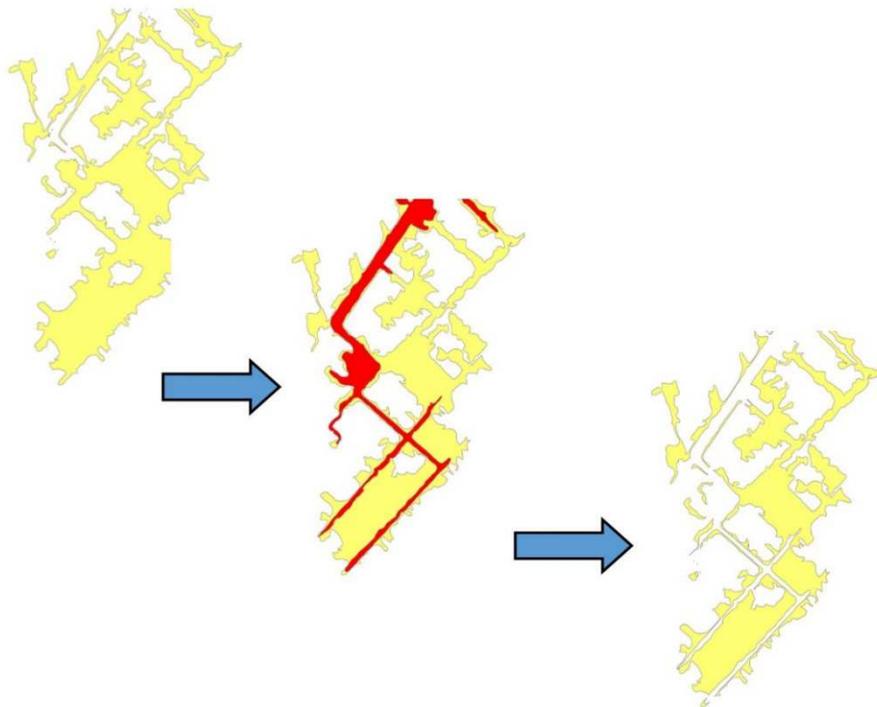


immagine 16. L'immagine mostra il risultato delle operazioni effettuate nella fase g). Nell'immagine a sinistra si osserva la copertura delle aree critiche così come ottenuta nelle fasi precedenti. La parte centrale mostra la sovrapposizione con le aree pericolose Hi4, mentre l'immagine più a destra mostra il risultato delle operazioni di eliminazione delle aree di sovrapposizione (erase).

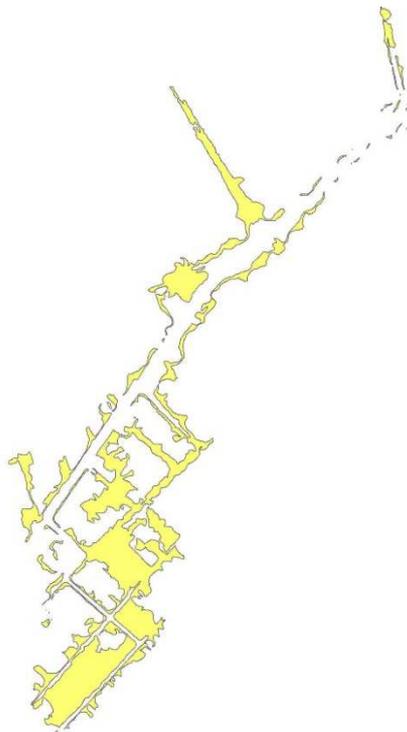


immagine 17: L'immagine mostra il risultato delle operazioni di predisposizione dello shapefile relativo alle aree critiche.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Una volta terminate le operazioni di predisposizione dello shapefile relativo alle aree critiche, si uniranno i contenuti a quello dello shapefile relativo alle aree pericolose, in modo da ottenerne una copertura coordinata e risultante, che illustri le fasce derivate dalle operazioni di cui ai punti precedenti, relative alle classi aventi fattore $V_p > 0,75$ e $0 < V_p \leq 0,75$. Gli attributi e la struttura della tabella associata alla copertura verranno trattate di seguito nello specifico paragrafo.



immagine 18. L'immagine mostra la copertura risultante dalle fasi di elaborazione delle aree pericolose (Hi4) e delle aree critiche (Hi*).

È possibile che, a causa delle operazioni di adattamento alla topografia effettuate in maniera distinta, si verifichi la presenza di zone di vuoto tra la fascia relativa alle aree pericolose e quelle relative alle aree critiche.

Sarà necessario procedere ad una fase di verifica topologica della copertura ottenuta per evidenziare questa tipologia di errori. Si suggerisce tuttavia di effettuare una verifica che permetta di evidenziare anche ulteriori tipologie di errore topologico come ad esempio zone di sovrapposizione.

Gli errori evidenziati dovranno essere corretti con l'intervento diretto e manuale, ad esempio le aree di vuoto eventualmente presenti dovranno essere colmate, e le aree così ottenute attribuite alla classe relativa alle aree critiche.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

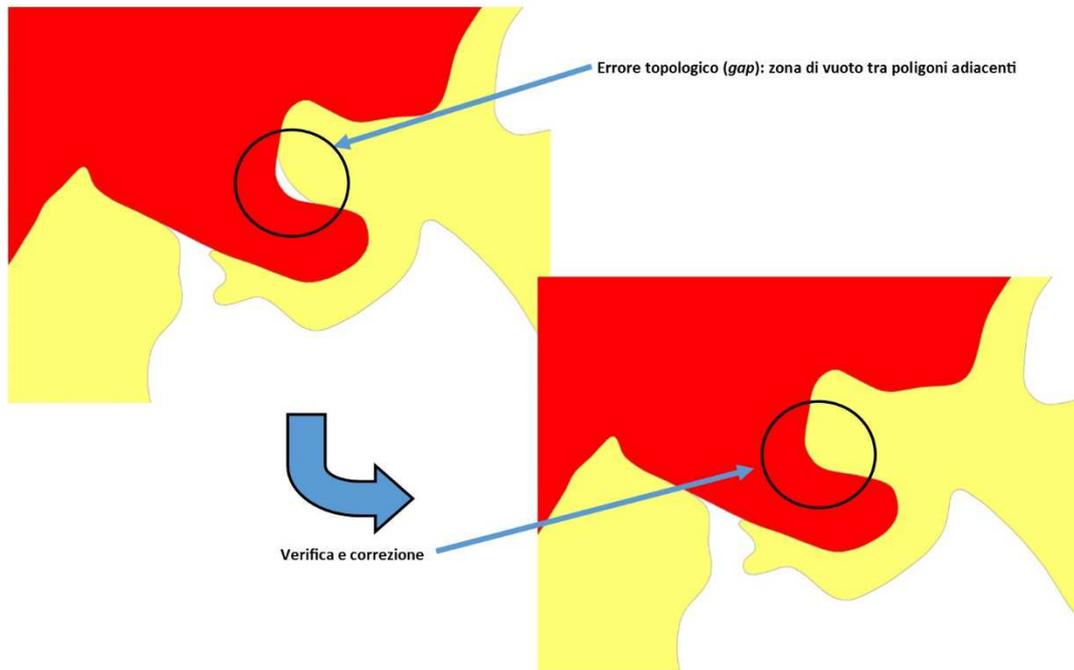


immagine 19. L'immagine mostra un errore topologico presente nella copertura coordinata e le sue modalità di risoluzione.

6 Aree aventi $V_p = 0$

Le zone in cui la vulnerabilità è uguale a zero (aree in azzurro in immagine 2 e immagine 3) sono caratterizzate da tiranti idrici da considerarsi trascurabili ai fini della identificazione di aree di pericolosità e di criticità e, pertanto, possono essere non considerate ai fini della pianificazione in questione.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



immagine 20. L'immagine mostra la copertura risultante dalle fasi di elaborazione delle aree pericolose (Hi4), delle aree critiche (Hi*) e delle aree caratterizzate da $V_p = 0$.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

7 Struttura della tabella attributi

Le informazioni associate alle fasce saranno contenute nella tabella attributi associata al file, che avrà la seguente struttura.

<i>Nome Campo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descrizione</i>
<i>ID</i>	Intero	Identificativo numerico
<i>Area</i>	Numerico con due cifre decimali	Superficie espressa in metri quadri
<i>Perimetro</i>	Numerico con due cifre decimali	Lunghezza del perimetro espressa in metri
<i>Tempo di ritorno</i>	Stringa di testo	Identificativo numerico
<i>Pericolo-criticità</i>	Stringa di testo	Contiene la classificazione dell'elemento, rappresentata mediante valori Hi, Hi*
<i>Vp</i>	Stringa di testo	>0,75 0 ÷ 0,75
<i>Note</i>	Stringa di testo	Eventuali annotazioni aggiuntive