



Presidenza del Consiglio dei Ministri

Commissario straordinario di Governo alla ricostruzione nei territori colpiti dall'alluvione verificatasi in Emilia-Romagna, Toscana e Marche

PIANO SPECIALE PRELIMINARE

Relazione di Piano

ALLEGATO 1

RELAZIONE ATTIVITÀ PERIMETRAZIONE AREE ALLAGATE EVENTO MAGGIO 2023

Marzo 2024

Indice

1	Obiettivo e caratteristiche generali dell'attività.....	3
2	Strati informativi su cui è stata effettuata l'attività di perimetrazione.....	5
2.1	Allagamenti conseguenti alle piene del 2-3 maggio.....	5
2.2	Allagamenti conseguenti alle piene del 16-17 maggio.....	7
3	Strumenti di ausilio all'attività di perimetrazione delle aree allagate.....	10
4	Confronto con gli enti locali e consorzi di bonifica.....	12
5	Conclusioni	14

1 Obiettivo e caratteristiche generali dell'attività

In seguito all'evento di maggio 2023 l'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile (Agenzia), anche per le finalità di compilazione del catalogo degli eventi alluvionali (FloodCat) in adempimento all'art. 4 della Dir. 2007/60/CE, ha avviato l'attività di perimetrazione delle aree allagate. La perimetrazione ha avuto ad oggetto le aree allagate a seguito dei fenomeni di precipitazione intensa ed esondazione relativi alle giornate del 2-3 maggio, e di quelli relativi alle giornate del 16-17 maggio e seguenti.

Le perimetrazioni sono avvenute sulla base di informazioni di tipologie differenti:

- immagini da telerilevamento;
- immagini da fotogrammetria aerea;
- informazioni, immagini o altre testimonianze raccolte sul territorio (Uffici Territoriali dell'ARSTPC, Consorzi di Bonifica, Uffici Tecnici Comunali, mappe dei cantieri di Protezione Civile fornite dalle CMR impegnate nelle operazioni di evacuazione e pulizia dei centri abitati alluvionati, riprese aeree compiute con varie finalità dalle componenti tecniche e operative della protezione civile).

Nessuno dei dati elencati sopra risulta singolarmente esaustivo rispetto alla copertura delle aree allagate in quanto ciascuno porta l'informazione su porzioni di territorio specifiche e presenta limiti su altre (a titolo di esempio le immagini da telerilevamento non offrono una sufficiente precisione nelle aree urbanizzate e presentano una generale sottostima degli allagamenti in aree rurali di pianura, mentre le riprese aeree delle componenti operative hanno riguardato principalmente le operazioni di soccorso, consentendo alcuni focus locali in zone generalmente urbanizzate, ma non fornendo una visione di insieme) pertanto le perimetrazioni prodotte derivano dalla loro integrazione.

Occorre specificare che nonostante la numerosità delle fonti recuperate, a causa dell'estensione dell'evento alluvionale non è stato ovunque possibile ricostruire con esattezza la localizzazione degli allagamenti per le seguenti ragioni:

- immagini da telerilevamento e fotogrammetria aerea acquisite a distanza di qualche giorno dagli eventi a causa di presenza di copertura nuvolosa o condizioni non favorevoli per i voli (meteo, occupazione dello spazio aereo per operazioni di soccorso urgente);
- impossibilità di raggiungere tutte le aree allagate per impercorribilità delle vie di accesso;
- impossibilità di organizzare operazioni coordinate ed esaustive di rilievo da elicottero o drone a causa dell'estensivo impegno di tutte le squadre delle componenti operative nelle operazioni di soccorso urgente alla popolazione, e in generale di disporre in modo sufficiente di squadre di personale dedicato all'attività in quanto impegnato nelle operazioni di salvataggio, messa in sicurezza e interventi di somma urgenza, con conseguente occupazione di mezzi e spazi aerei.

Per le ragioni richiamate, l'informazione all'origine, anche in possesso degli Enti territoriali (Uffici tecnici e cartografici dei Comuni e dei Consorzi di bonifica, Uffici Territoriali dell'Agenzia) risulta a volte lacunosa e non ricostruibile a valle dell'evento. Per contro l'informazione disponibile è stata capillarmente raccolta e integrata nelle perimetrazioni prodotte; nel seguito sono descritte l'attività svolta in tal senso e le fonti utilizzate con potenzialità e limiti di ciascuna.

L'attività è stata coordinata dall'Area Tecnica Rischio Idraulico e Servizio di Piena dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione civile, e svolta con il supporto del personale degli Uffici Territoriali dell'Agenzia, dell'Area dati del Settore innovazione digitale, dati, tecnologia e polo archivistico

della Regione Emilia-Romagna, dei Consorzi di Bonifica, delle strutture Cartografiche delle Unioni dei Comuni o dei Comuni, dei tecnici del servizio Copernicus Emergency Management Service attivato per il tramite del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile (EMSR659), attraverso cui sono state ottenute sia immagini satellitari e relative elaborazioni preliminari che immagini aerofotogrammetriche relative ai fenomeni del 2-3 maggio. Sono stati inoltre acquisiti servizi di consulenza esperta in ambito geografico e cartografico per la predisposizione dei supporti GIS necessari all'attività e per il supporto nelle attività di perimetrazione. Tutte le attività di perimetrazione sono state svolte manualmente da personale formato alla fotointerpretazione e all'utilizzo del GIS, dato che era stata verificata preliminarmente la scarsa affidabilità dei risultati derivanti dall'applicazione di algoritmi di fotointerpretazione automatici.

Nella considerazione del risultato finale del lavoro occorre tenere presente due aspetti fondamentali:

- le rappresentazioni ottenute, essendo state prodotte come descritto mediante l'integrazione di diverse fonti acquisite in momenti diversi, non rappresentano una fotografia relativa ad un certo istante dell'estensione degli allagamenti, bensì un inviluppo complessivo di tutte le aree che sono state investite anche temporaneamente dalle acque durante l'evento.
- Le rappresentazioni **non** derivano da una simulazione delle dinamiche di evento e di allagamento. In particolare, gli effetti al suolo degli eventi sono stati generati da più cause contemporanee: allagamento da esondazione e/o rotte fluviali, allagamento da esondazione e/o rotta dal reticolo secondario di bonifica, allagamento per insufficienza delle reti di drenaggio urbano rispetto all'evento pluviometrico, allagamento per saturazione dei suoli nelle aree rurali, che può essere stata causata da un eccesso di pioggia rispetto alla capacità di infiltrazione dei terreni, dalla risalita della falda freatica oltre al piano campagna, o da insufficienza della rete di scolo locale/consortile. La mappatura ha riguardato unicamente le "aree interessate da presenza di acqua", e non fornisce informazioni circa l'origine dell'allagamento/provenienza delle acque.

2 Strati informativi su cui è stata effettuata l'attività di perimetrazione

L'analisi è stata condotta differenziando gli effetti dei fenomeni del 2-3 maggio da quelli del 16-17, in quanto sia l'entità degli effetti al suolo che le informazioni disponibili hanno richiesto modalità di lavoro differenziate.

2.1 Allagamenti conseguenti alle piene del 2-3 maggio

Al fine di valutare gli effetti sul territorio causati dalle piene del 2-3 maggio, è stato attivato, con il supporto del Dipartimento della Protezione Civile, il servizio Copernicus Emergency Management (CEMS), componente aerea, nell'ambito del quale è stata fatta l'acquisizione di immagini da fotogrammetria aerea tra il 5 e il 7 Maggio sulle aree di interesse. Le ortofoto ad elevata risoluzione realizzate a seguito dei suddetti voli, sono state impiegate per la digitalizzazione di dettaglio delle aree allagate. Le ortofoto sono state successivamente integrate da foto satellitari a risoluzione di 3 m in piccole porzioni di area allagata non coperta dal CEMS.

Di seguito si riportano nel dettaglio le fonti utilizzate per la digitalizzazione.

- **Ortofoto con GSD medio 20 cm**, ortofoto aeree con risoluzione a terra media 20 cm (Ground Sample Distance o GSD), derivate da riprese aeree effettuate nell'ambito dell'attivazione della componente aerea del programma Copernicus Emergency Management Services (CEMS) 2023. Le ortofoto, a 4 bande (RGBI) sono state esposte mediante servizi di visualizzazione (Web Map Services o WMS) in colori naturali (RGB) e infrarosso vicino (NIR). Quest'ultima visualizzazione mette in risalto le aree umide e l'acqua accumulatasi nelle depressioni favorendo l'attività di perimetrazione. Periodo di acquisizione: dal 5 al 7 maggio 2023 (Figura 1);
- **Immagini satellitari PlanetScope** con risoluzione 1px/3m con intervallo di acquisizione tra il 4 e il 6 maggio (Figura 2);
- **immagini satellitari Sentinel-2 L2A**, servizio WMS (Sentinel Hub WMS service - EO_Browser-Sentinel-2-L2A - production) fornite dal Progetto Copernicus, acquisite in data 5 maggio.

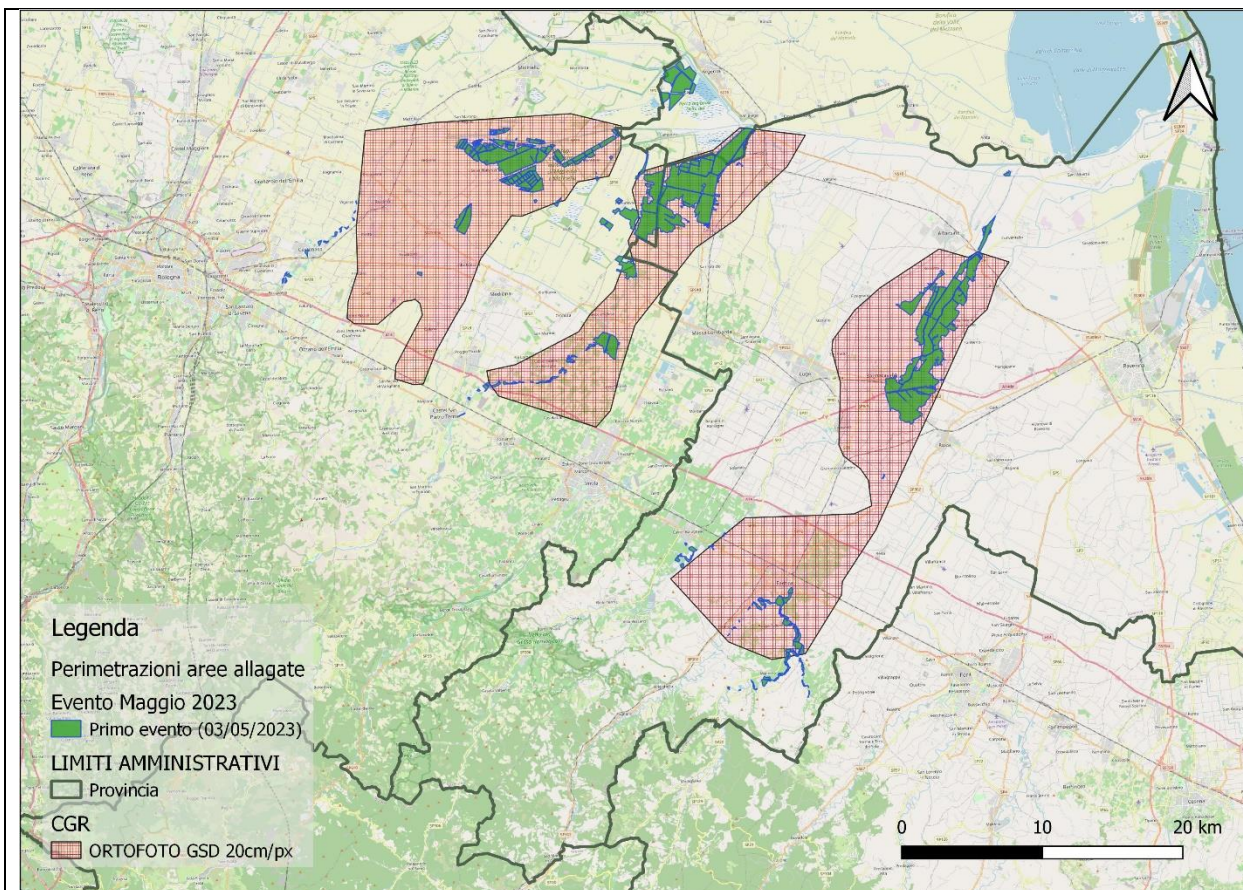


Figura 1 - Ortofoto con GSD medio 20 cm con ubicazione aree allagate primo evento

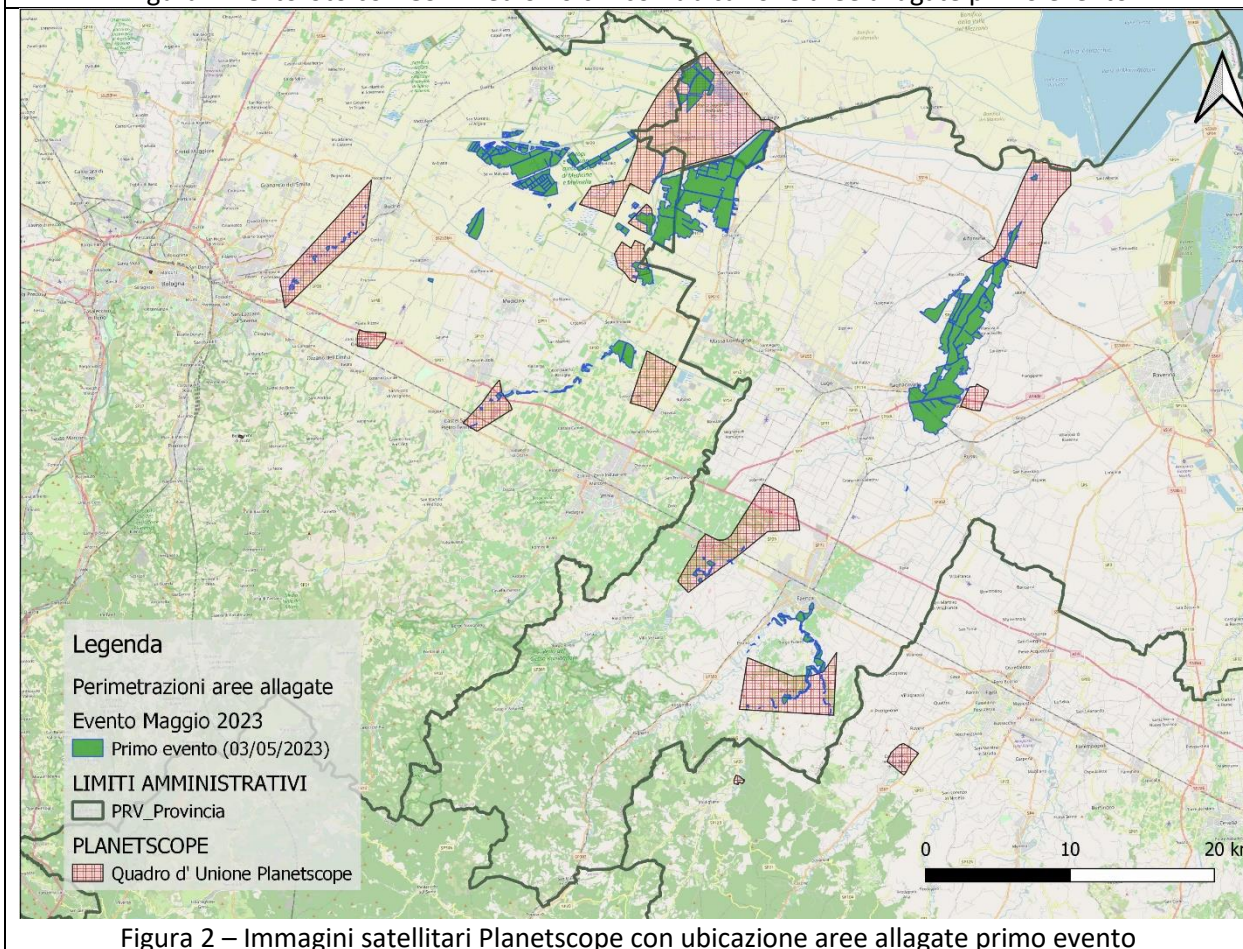


Figura 2 – Immagini satellitari PlanetScope con ubicazione aree allagate primo evento

2.2 Allagamenti conseguenti alle piene del 16-17 maggio

Le precipitazioni di metà maggio hanno avuto conseguenze ancor più diffuse e intense di quelle dei primi del mese; inoltre, nei giorni immediatamente successivi alle piene del 16-17 Maggio le condizioni di nuvolosità non hanno permesso la realizzazione di voli per acquisizioni fotogrammetriche. Vista l'estensione dell'area di interesse e la mancanza di ortofoto da acquisizione specifica, è stato necessario ricorrere ad altre fonti per la fotointerpretazione e digitalizzazione manuale delle aree allagate.

Sono state utilizzate principalmente immagini satellitari PlanetScope con una risoluzione di circa 3 m/px e intervallo di acquisizione temporale tra il 21 maggio e il 4 giugno; tali immagini non sono risultate disponibili su alcune porzioni del territorio colpito a causa di presenza di copertura nuvolosa. L'attività di perimetrazione condotta su tali immagini presenta un livello di confidenza inferiore rispetto alle perimetrazioni effettuate sulle immagini da fotogrammetria aerea, a causa della minor risoluzione e della distanza del momento di acquisizione rispetto alla data degli eventi, consentendo, tuttavia, di pervenire ad una base idonea a consentire la successiva correzione attraverso l'integrazione delle altre fonti.

Successivamente sono state acquisite ulteriori immagini aerofotogrammetriche che interessano parte delle province di Ravenna, Forlì e Rimini, realizzate dalla già citata Area Dati della Regione per finalità di valutazione dei dissesti di versante, e ulteriori derivate da voli Lidar realizzati da Agenzia per la valutazione dello stato delle arginature a seguito delle piene. Queste immagini, pur con un'ottima risoluzione (15-20 cm/px), sono state acquisite tra il 23 maggio e i primi giorni di luglio, e hanno permesso una digitalizzazione delle aree allagate basata sulle tracce lasciate sui terreni dai deflussi esondati, non essendovi ormai generalmente evidenza di presenza di acqua.

Al fine di completare la copertura delle aree allagate si è proceduto ad una seconda acquisizione di immagini satellitari PlanetScope e all'impiego di immagini satellitari Sentinel L2A messe a disposizione mediante Web Map Services Copernicus.

Si riportano più in dettaglio le caratteristiche delle fonti utilizzate per la perimetrazione delle aree allagate dai fenomeni del 16-17 maggio:

- **Ortofoto RGBI (Red, Green, Blue, Intensity) 20 cm/px**, ortofoto acquisite dal Settore Innovazione Digitale, Dati, Tecnologia e Polo Archivistico a supporto delle diverse attività inerenti all'emergenza alluvionale di maggio 2023, derivate da Fotogrammi da riprese aeree effettuate tra il 5 maggio 2023 e l'11 luglio 2023 (Figura 3). Le date di ripresa delle aree di pianura sono del 23/05/2023 e 24/05/2023;
- **Rilievi LIDAR e ortofoto aeree post-evento su corsi d'acqua** Tiepido, Samoggia-Lavino, Reno, Savena, Idice e affluenti, Sillaro, Santerno, Senio, Sintria, Lamone, Bevano, Savio, Borello, Montone, Bidente, Voltre, Ronco, Rubicone, Uso, Pisciatello, Marano, Ventene con GSD medio 15 cm acquisite da Agenzia. Lo strato informativo si riferisce ai voli eseguiti lungo i principali corsi d'acqua coinvolti nelle piene considerando una fascia di circa 500m centrata sull'alveo, svolti tra il 2 giugno e il 18 Luglio (Figura 4).
- **Immagini satellitari PlanetScope**, acquisite tra il 21 e il 27 maggio e tra il 31 maggio e il 4 giugno, con risoluzione 1 px/3 m. Immagini a 8 bande rese disponibili mediante servizi di visualizzazione temporali (WMS-T) in colori naturali, all'infrarosso vicino e NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (vedi Figura 5).
- **Immagini satellitari Sentinel-2 L2A**, servizio WMS (Sentinel Hub WMS service - EO_Browser-Sentinel-2-L2A - production) fornite dal Progetto Copernicus, acquisite in data 23 maggio.

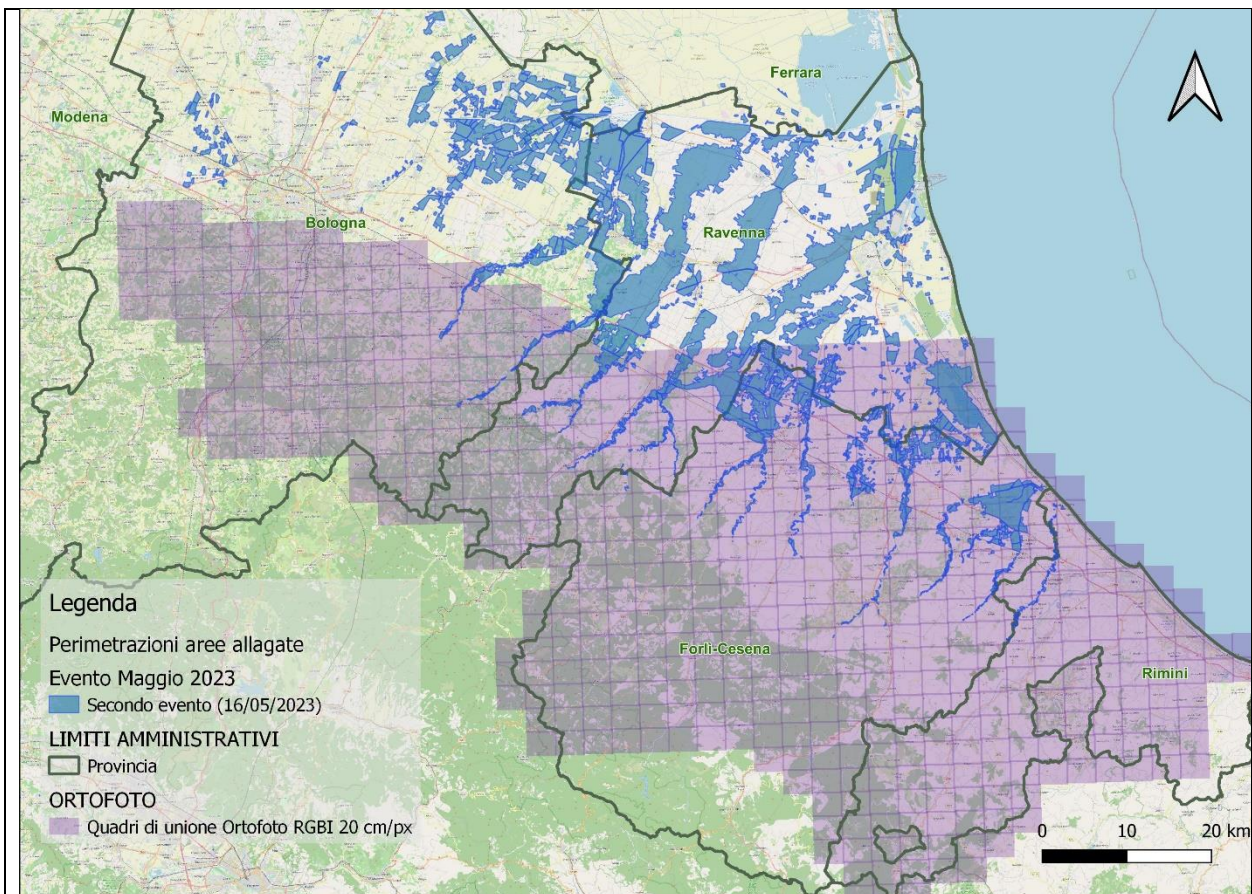


Figura 3 - Ortofoto RGBI 20 cm/px con ubicazione aree allagate secondo evento

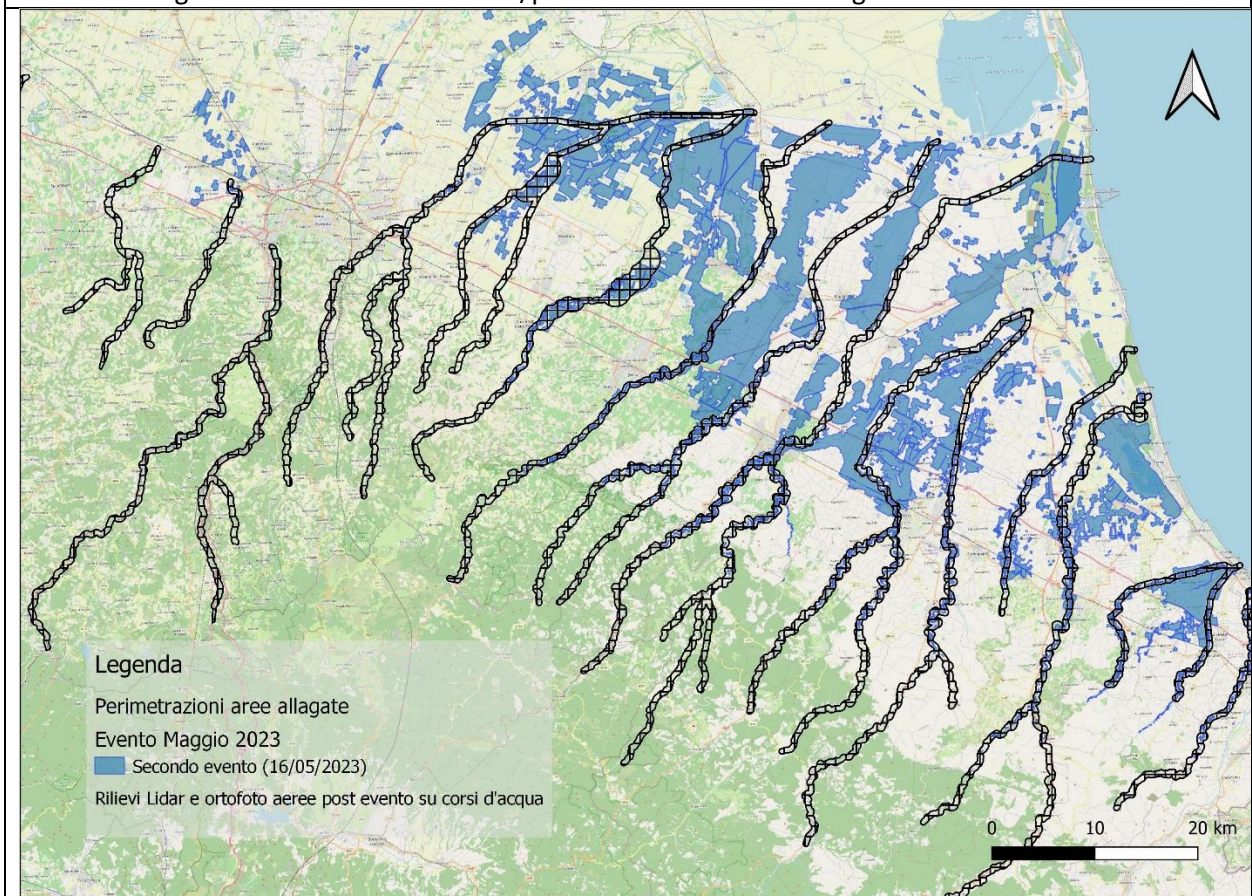
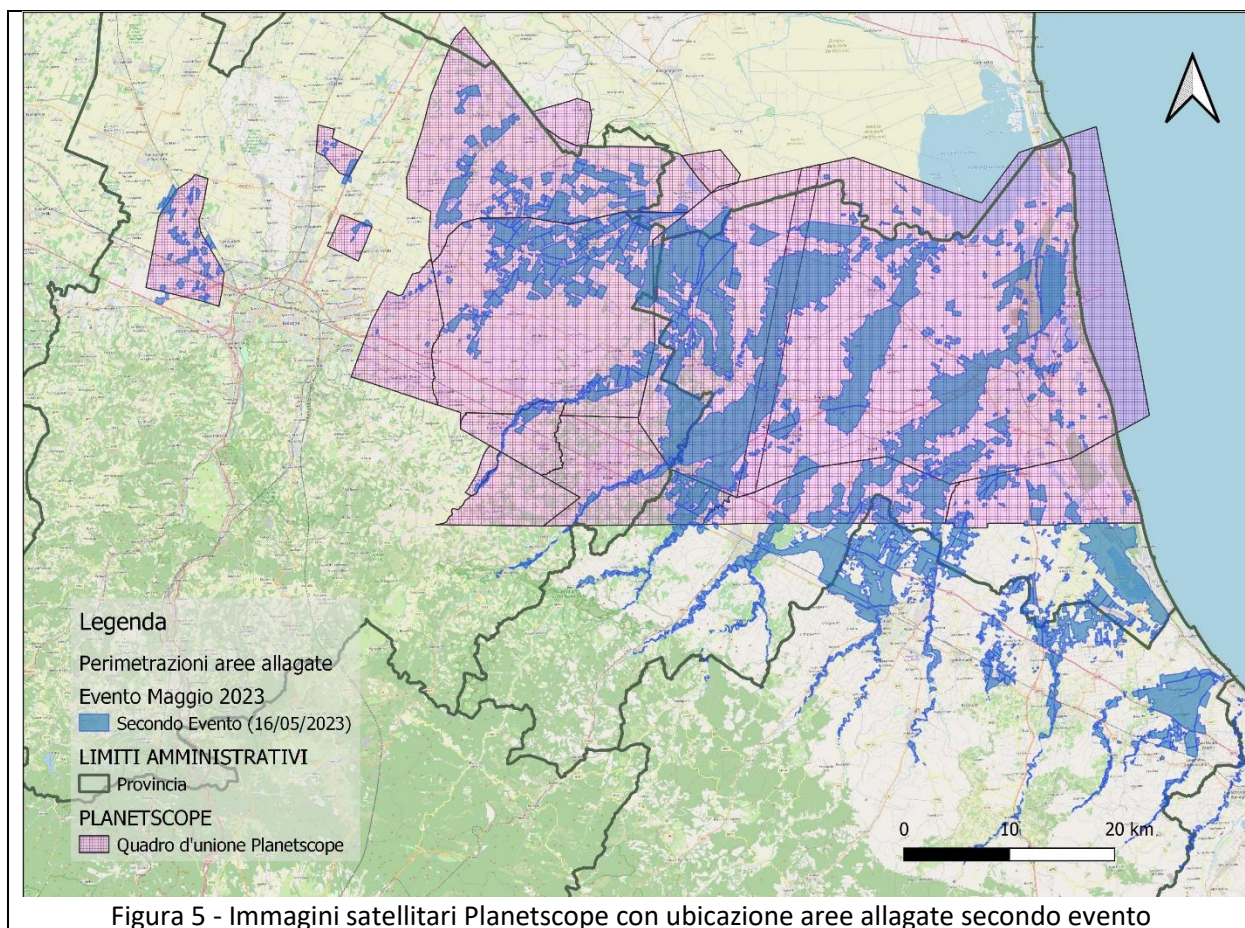


Figura 4 – Rilievi LIDAR e ortofoto aeree post-evento su corsi d'acqua con ubicazione aree allagate secondo evento



Le immagini utilizzate per l'attività di perimetrazione sono consultabili per mezzo di servizi mappa, pubblicati sulla pagina web dedicata all'emergenza "maggio 2023" all'interno del Geoportale della Regione Emilia-Romagna. I servizi sono stati sviluppati dal Settore Innovazione Digitale, Dati, Tecnologia e Polo Archivistico, in stretta cooperazione con l'Agenzia Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile.

Link alla pagina dedicata all'emergenza:

<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/approfondimenti/emergenza-maggio-23/emergenza-rer-maggio-2023-servizi>

Si precisa che nella suddetta pagina non sono presenti i servizi per la visualizzazione delle immagini satellitari Sentinel L2A in quanto si tratta di servizi Copernicus disponibili su richiesta.

3 Strumenti di ausilio all'attività di perimetrazione delle aree allagate

La fotointerpretazione è stata condotta verificando la congruenza tra le immagini a disposizione e l'altimetria del terreno, mediante l'estrazione di profili plano-altimetrici utili a verificare la distribuzione delle acque sul terreno in relazione all'andamento topografico. Per il confronto sono state utilizzate le seguenti basi altimetriche:

- modello digitale del terreno DTM 5m x 5m derivato dalle informazioni altimetriche ricavate dalla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000 ed aggiornato sul rilievo Lidar del 2009;
- modello digitale del terreno DTM 1m x 1m, derivato dal Piano Straordinario di Telerilevamento del MINAMB 2009-2014, disponibile nelle aree di pianura.

Sono state inoltre analizzati, ai fini di inquadramento generale, a supporto dell'interpretazione del territorio anche mediante confronti tra le situazioni ante-evento e post evento, i seguenti strati cartografici:

- Carta Tecnica Regionale (CTR e DBTR);
- ortofoto Agenzia per le erogazioni in agricoltura (AGEA) del 2020 in colori naturali RGB e all'infrarosso vicino NIR per il confronto pre-evento;
- Google Satellite;
- Bing Satellite;
- Open Standard Module (OSM) standard.

Idrografia:

- alveo (2020): strato informativo reso disponibile mediante servizi WMS in forma lineare e poligonale;
- argine (2020): strato informativo reso disponibile mediante servizi WMS in forma lineare e poligonale;
- specchi d'acqua: strato informativo poligonale reso disponibile mediante servizio WMS per l'individuazione delle acque permanenti;
- reticolo idrografico regionale.

Limiti Amministrativi:

- località abitata areale (toponimo);
- limiti comunali.

Per la valutazione degli effetti delle piene del 16-17 maggio, sono inoltre stati analizzati i seguenti ulteriori strati:

- perimetrazioni delle aree allagate da fotointerpretazione automatica basata su immagini dai satelliti delle costellazioni Copernicus e CosmoSkymed (rapid mapping) dal 16/05/2023 al 03/06/2023 Attivazione CEMS EMSR 664);
- perimetrazioni preliminari delle aree allagate condivise dagli Uffici Tecnici e Cartografici degli Enti Locali;
- analisi di riprese da elicottero e di immagini aeree condivise dalle Componenti Operative del Sistema della Protezione Civile (VVFF, GdF, Esercito), e analisi di riprese televisive e altro materiale informativo reperito sui principali media;
- restituzione delle mappature relative all'organizzazione dei cantieri di protezione civile per l'organizzazione delle attività di pulizia delle Colonne Mobili Regionali, quando disponibili;
- in alcuni casi le perimetrazioni sono state verificate attraverso l'effettuazione di sopralluoghi sul campo direttamente dal personale impegnato nella fotointerpretazione; tuttavia, data

l'estensione degli allagamenti ed il rischio diffuso sul territorio nel post-evento, tali sopralluoghi hanno riguardato solo circa il 10% dell'areale di interesse.

4 Confronto con gli enti locali e consorzi di bonifica

Le attività descritte nei paragrafi precedenti hanno consentito di pervenire ad una mappatura delle aree allagate che fornisce una rappresentazione adeguata degli impatti al suolo alla scala regionale e per le finalità di perimetrazione del rischio idraulico sul territorio di cui alla Direttiva 2007/60 CE.

Nell'ambito delle attività a supporto della predisposizione del Piano Speciale per il rischio Idrogeologico (ex. art. 20 -octies, comma 2, lettera c), del decreto-legge 1° giugno 2023, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2023 n. 100.) da parte del WG (ORDINANZA 13 febbraio 2024.), e della revisione della Pianificazione di bacino Distrettuale (PAI), le perimetrazioni prodotte sono state utilizzate intensivamente nel corso di incontri, avvenuti tra febbraio e marzo 2024, in cui le problematiche del territorio sono state esaminate con un elevato livello di approfondimento. È emersa quindi l'opportunità di perfezionare le perimetrazioni per raggiungere un miglior grado di rappresentazione; date le caratteristiche già descritte delle fonti di dato a disposizione. Tale obiettivo ha richiesto il confronto capillare con le strutture territoriali in modo da riuscire a catturare ulteriori perimetrazioni di dettaglio prodotte nel frattempo dagli uffici tecnici dei Comuni e dei Consorzi di Bonifica e non condivise inizialmente, e raccogliere l'esperienza in situ testimoniata dai tecnici che avevano presidiato il territorio durante l'evento.

Sono stati quindi condotti incontri specifici, organizzati per territori di competenza degli Uffici Territoriali di Agenzia e per corso d'acqua. In ciascun incontro, organizzato in presenza, sono stati coinvolti i referenti tecnici di Comuni, Unioni di Comuni e Consorzi di Bonifica che potessero verificare le perimetrazioni prodotte e fornire un contributo di maggior dettaglio. Ciascun incontro è stato preceduto dalla condivisione delle perimetrazioni locali e dalla richiesta di condividere eventuali osservazioni/correzioni e integrazioni.

Il dettaglio degli incontri effettuati e dei relativi soggetti coinvolti è riportato in Tabella 1. Per quanto riguarda il territorio di competenza degli Uffici Territoriali di Ferrara e di Rimini, i contributi correttivi sono stati raccolti mediante scambio di files in quanto molto limitati.

Ufficio territoriale di competenza	Bacini esaminati	Soggetti coinvolti
BOLOGNA	Bacini dei corsi d'acqua Reno, Samoggia e affluenti, Navile e Savena Abbandonato, Idice e affluenti, Sillaro e affluenti	Consorzio Della Bonifica Renana; Consorzio Di Bonifica Della Romagna Occidentale; Unione Reno Lavino Samoggia; Unione Terre d'acqua (Comuni di Anzola dell'Emilia, Calderara di Reno e San Giovanni in Persiceto); Unione Reno Galliera (comuni di Bentivoglio e Castelmaggiore); Unione Comuni Terre Pianura (Comuni di Granarolo dell'Emilia, Malalbergo, Baricella, Bentivoglio, Budrio, Minerbio); Unione dei Comuni della Bassa Romagna; Nuovo Circondario Imolese (Comuni di Borgo Tossignano, Casalfiumanese, Castel Guelfo, Imola, Medicina, Mordano).
FORLÌ'-CESENA	Bacini dei corsi d'acqua Montone, Ronco, Bevano, Savio Rubicone e Pisciatello	Consorzio di Bonifica Romagna; Unione dei comuni della Romagna Forlivese; Unioni Valle del Savio; Comune di Forlì; Comune di Cesena.
RAVENNA	Bacini dei corsi d'acqua Reno da confluenza Sillaro a foce, Santerno, Senio, Lamone, Montone - Ronco - Fiumi Uniti, Bevano e Savio;	Consorzio di Bonifica Romagna Occidentale; Consorzio di Bonifica Romagna; Unione dei Comuni della Bassa Romagna; Nuovo circondario Imolese; Unione della Romagna Faentina; Unione dei comuni Valle del Savi; Comune di Cervia; Comune di Ravenna; Comune di Russi.

Tabella 1- Elenco dei soggetti coinvolti nella fase di verifica della perimetrazione delle aree allagate

Tali incontri hanno consentito di apportare i seguenti miglioramenti:

- miglior caratterizzazione delle esondazioni in tutti i tratti a monte della via Emilia, e soprattutto nel reticolo di competenza degli Uffici Territoriali di Forlì-Cesena e Ravenna. Tale tratto di reticolo infatti è caratterizzato da pendenze ancora consistenti, e le acque di esondazione hanno fatto rientro negli alvei prima dell'acquisizione delle immagini da telerilevamento. In tali tratti è stato generalmente possibile raccogliere la testimonianza diretta dei Tecnici a presidio del territorio, con risultati soddisfacenti;
- in generale confermare la validità della maggior parte delle perimetrazioni effettuate nei centri abitati, derivate, come rappresentato in precedenza, da mappature condivise dalle amministrazioni in via preliminare. È anche stato possibile, tuttavia, apportare alcune correzioni sulla base di perimetrazioni condivise dagli Uffici Tecnici Comunali e/o dei Consorzi di Bonifica, o in centri abitati per cui in un primo momento non erano pervenute informazioni di dettaglio;
- nelle aree di pianura, sono state apportate modifiche derivanti dalle testimonianze dei tecnici a presidio del territorio, e da alcune perimetrazioni nelle aree allagate delle campagne della bassa Romagna e del Bolognese da parte dei Consorzi di Bonifica.

5 Conclusioni

È stata perimetrata una superficie complessiva di circa 86,65 km² per il primo evento e di 847,23 km² per il secondo evento. È risultato che la quasi totalità delle aree allagate dai fenomeni del 2-4 maggio sono state allagate anche a valle dei fenomeni del 16-17 maggio.

Si precisa che si tratta di una mera perimetrazione e che ai poligoni delle aree allagate non sono associati informazioni riguardo l'origine dell'allagamento, i tiranti, le velocità idriche, il momento dell'allagamento.

La digitalizzazione manuale è affetta da incertezza indotta dall'utilizzo di fonti eterogenee e di immagini catturate anche a diversi giorni dalle piene. Tale incertezza è stata ridotta attraverso confronti puntuali con i tecnici degli Enti del territorio al fine di verificare le perimetrazioni eseguite e raccogliere ulteriori informazioni. È emerso che per alcune porzioni di territorio non esistono ulteriori informazioni oltre a quelle derivate dal telerilevamento, in quanto gli estesi allagamenti hanno reso inaccessibili le aree e impegnato sommatamente i mezzi di soccorso e tutto il personale disponibile nelle operazioni di salvataggio e ripristino di minime condizioni di sicurezza per la popolazione.