

2.0	17/08/2015	S.S.	M.B.	L.Z.	Emissione
1.0	29/05/2015	S.S.	M.B.	L.Z.	Emissione
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)					
				N° ELABORATO (DOCUMENT N°)	N° COMMESSA (JOB N°)
					R.2150.11.03.00065
				ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
				G15019436	G15019436
 HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it		DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)			
		RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE			
		SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)	
		--	1	134	

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	2	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

INDICE

1	OGGETTO E SCOPO	3
2	IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE OTTIMIZZATO	3
3	CONTESTUALIZZAZIONE VASCA CON IL SISTEMA VASCHE A MARE.....	5
4	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E PROGETTAZIONE IDRAULICA	5
5	ANALISI DELLE SCELTE PROGETTUALI	6
6	STATO DI FATTO.....	7
7	DESCRIZIONE OPERE.....	8
8	DISMISSIONI	10
9	LA PIANIFICAZIONE DEL COMUNE DI RIMINI E IL PROGETTO PRELIMINARE	10
10	GEOLOGIA E GEOTECNICA	11
11	CONCEZIONE STRUTTURALE DELL'OPERA.....	12
12	DESCRIZIONE FUNZIONALITÀ INTERVENTO	13
13	CONDOTTE DI SCARICO A MARE.....	13
14	CONSIDERAZIONE SU SICUREZZA E AMBIENTE	15
15	ITER AUTORIZZATIVO	16
16	MANUTENZIONE ED ESERCIZIO.....	17
17	FINANZIAMENTO DELL'OPERA	17
	ALLEGATI	17

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	3	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

1 OGGETTO E SCOPO

Il presente documento illustra nelle sue linee generali l'intervento denominato "Realizzazione vasca Ausa e condotte sottomarine" all'interno del novero dei progetti costituenti il Piano di Salvaguardia della Balneazione Ottimizzato. L'intervento in oggetto è ubicato in Piazzale Kennedy in Comune di Rimini, nonché nel tratto di spiaggia e di mare prospiciente.

2 IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE OTTIMIZZATO

Il PSBO è un piano di interventi strutturali sulla rete fognaria di Rimini che ha lo scopo prioritario di ridurre il numero e la frequenza degli scarichi di acque reflue diluite in mare, in concomitanza con gli eventi pluviometrici che generano deflussi non compatibili con la capacità di trasporto del sistema fognario.

Le principali linee di intervento in cui si esplicita il Piano si possono nella sostanza raggruppare in:

- Adeguamento dei sistemi di trattamento;
- Separazione delle reti;
- Realizzazione di volumi di accumulo;
- Incremento della capacità di collettamento.

In data 25/07/2013 la Giunta Comunale ha approvato lo schema funzionale di sistema rappresentato nella figura successiva.

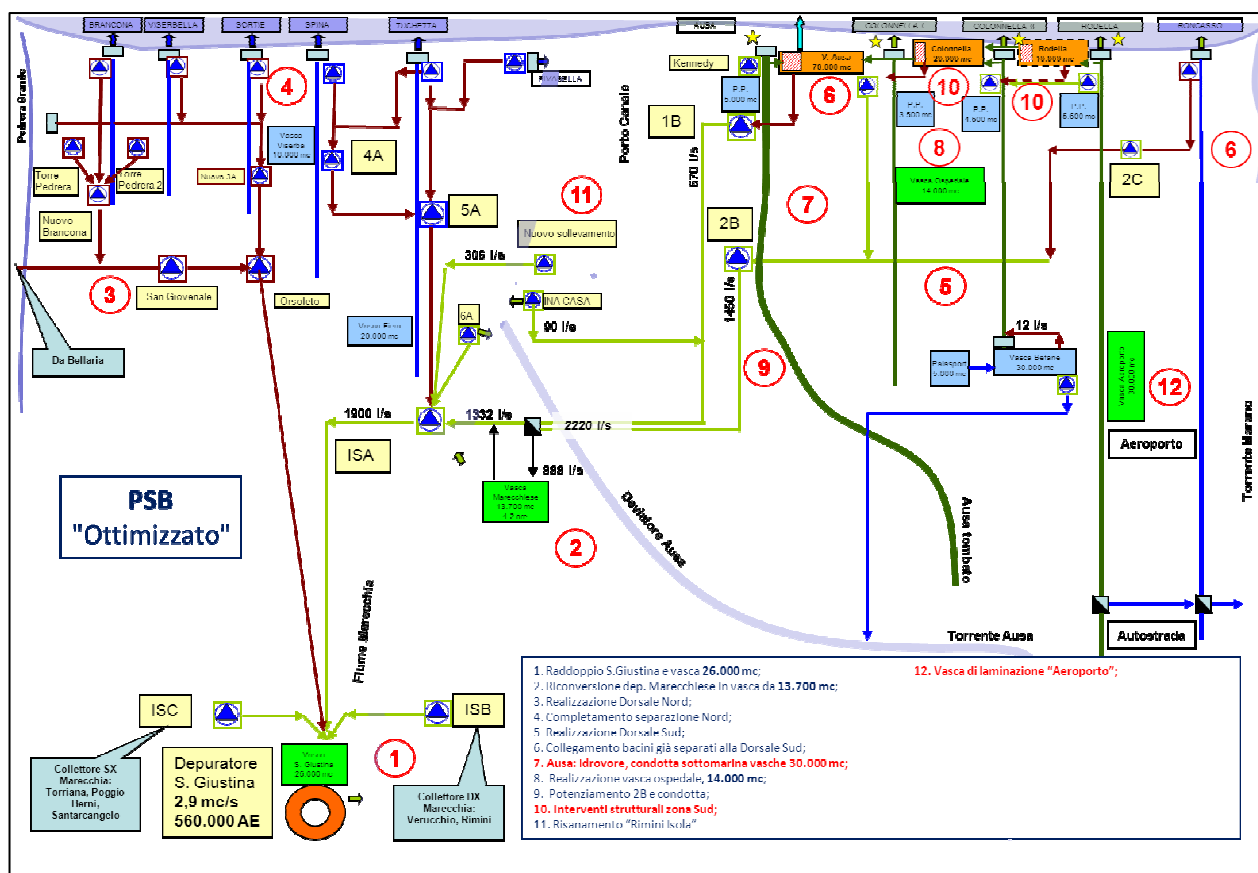


Figura 1. Rappresentazione Schematica interventi PSBO come approvati nel Luglio 2013.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	4	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

I progetti di “Realizzazione vasca Ausa e condotte sottomarine” appartengono al gruppo di interventi volto alla realizzazione di volumi di accumulo e si prefiggono lo scopo di invasare, durante gli eventi meteorici, i volumi che a oggi vengono rilasciati, in corrispondenza di eventi meteorici intensi mediante gli scarichi a mare.

Nella suddetta Delibera la configurazione dei volumi di accumulo da prevedersi nella zona sud di Rimini era la seguente:

Vasca	Volume (m³)
AUSA (P.le Kennedy)	40.000
AUSA (Ferrovieri)	30.000
Colonnella I-II ^(*)	20.000
Rodella	10.000
Ospedale	14.000
Aeroporto	30.000

Totale 144.000

Lo sviluppo dell'attività analitico-progettuale condotta durante il secondo semestre 2013 e nei primi mesi 2014, in relazione al quadro interventi approvato con la citata Delibera, ha portato a una revisione, nel pieno rispetto dei dati di progetto e degli obiettivi del Piano e delle volumetrie complessive del sistema, delle architetture e dei dimensionamenti delle principali opere costituenti il PSBO. In particolare si segnala, in relazione all'intervento in oggetto, la variazione della volumetria della vasca Ausa oggetto della presente progettazione definitiva.

Vasca	Volume (m³)
AUSA (P.le Kennedy)	35.000
AUSA (Ferrovieri)	15.000
Colonnella I	10.000
Colonnella II	10.000
Rodella	20.000
Ospedale (HERA)	10.000
Ospedale (ASL)	4.000
Vasca Aeroporto	30.000
Dorsale sud	2.000
Lago “Cava” (Mariotti)	10.000

Totale 146.000

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	5	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

3 CONTESTUALIZZAZIONE VASCA CON IL SISTEMA VASCHE A MARE

La soluzione ipotizzata per affrontare la questione della balneazione nella zona Sud prevede la realizzazione di volumi di accumulo alla sezione di chiusura sui bacini Rodella, Colonnella II e Colonnella I, e il rilancio delle portate alla vasca Ausa per il successivo scarico in mare mediante condotta sottomarina.

Nel dettaglio la soluzione ipotizzata si concretizza nel:

- mantenimento degli attuali sistemi di prima pioggia, alla sezione di chiusura delle fosse Rodella, Colonnella II e Colonnella I;
- realizzazione nelle suddette sezioni di chiusura di un sistema costituito da una vasca e da un impianto di sollevamento in grado di rilanciare alla vasca della fossa limitrofa;
- realizzazione del collegamento idraulico fra le vasche.

La vasca di laminazione Ausa, con il relativo pompaggio e le condotte sottomarine, di cui al presente progetto, costituiscono il recapito finale di tale sistema di vasche e rilanci in serie.

Il sistema è schematizzato nella figura seguente:

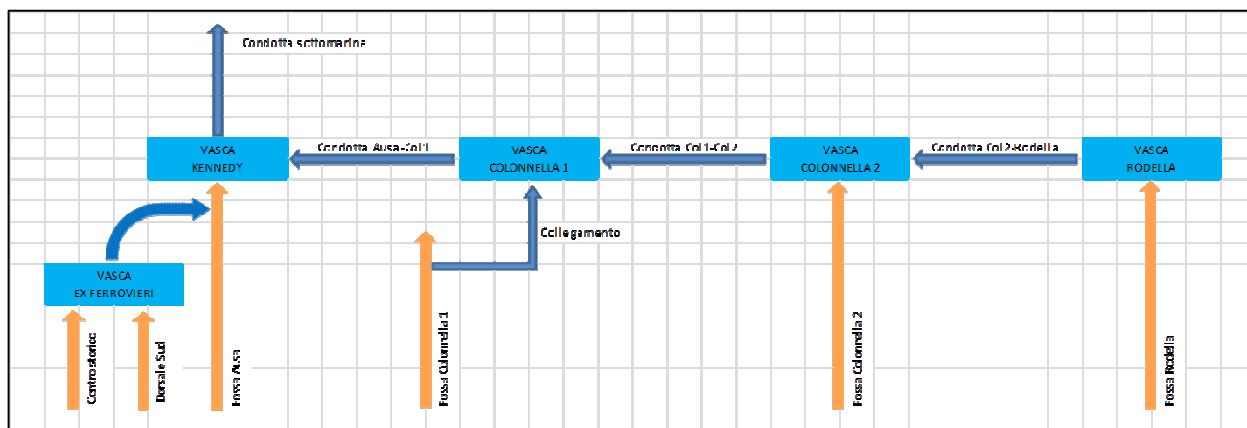


Figura 2. Schema del complesso delle vasche a mare.

4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E PROGETTAZIONE IDRAULICA

Definita l'architettura generale del sistema, l'analisi preliminare dei volumi da prevedere alla sezioni di chiusura delle fosse, e le potenzialità degli impianti di pompaggio, unitamente al dimensionamento dei sistemi di collegamento, è stata condotta mediante il supporto dello strumento modellistico.

In analogia e in continuità con le valutazioni presenti nel Piano Generale delle Fognature di Rimini, al fine di sollecitare il modello con piogge analoghe a quelle utilizzate per le valutazioni alla base del Piano Generale delle Fognature come forzante pluviometrica, sono state considerate le valutazioni statistiche alla base dello stesso piano.

Sulla base delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica definite nel citato Piano è stato definito l'evento pluviometrico di riferimento utilizzando uno ietogramma di tipo Chicago con tempo di ritorno pari a 10 anni, durata un'ora e con picco dello ietogramma centrato.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	6	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Lo ietogramma risultante, utilizzato nelle simulazioni, è quello riportato in figura.

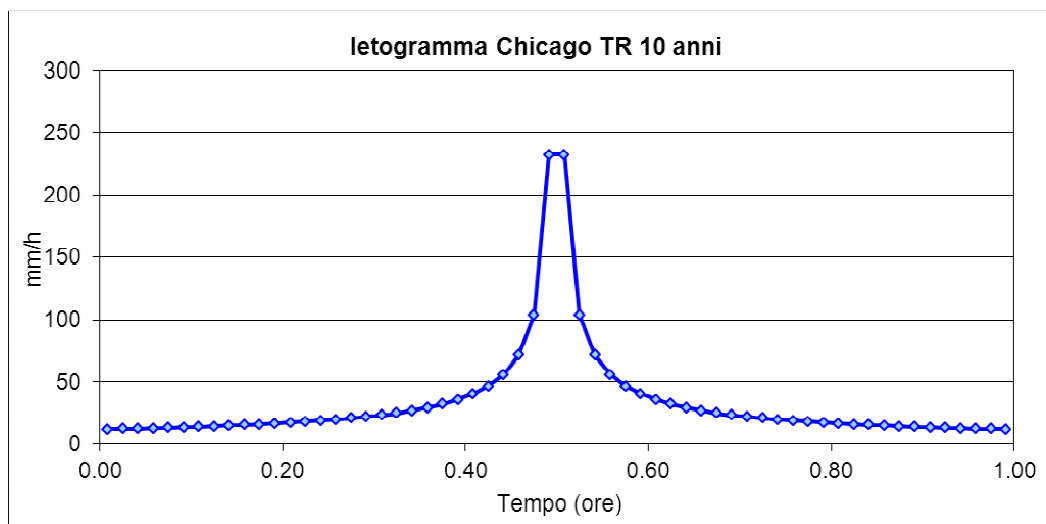


Figura 3. Ietogramma Chicago per il territorio di Rimini.

Riscontrata l'impossibilità di accumulare tutta la portata meteorica in arrivo alla sezione terminale dell'Ausa durante l'evento di riferimento è stato scelto di realizzare un complesso impiantistico che vede accoppiato un volume di accumulo e un impianto di sollevamento atto ad allontanare le portate eccedenti al largo.

Il risultato della modellazione ha mostrato che l'evento pluviometrico di progetto non provoca lo scarico in battigia realizzando una volume di prima pioggia di 13.000 mc, una volume di laminazione di 22.000 mc e un impianto di sollevamento per lo scarico al largo da 12 mc/s. Tale evento provoca il transito nella sezione terminale dell'Ausa di un volume superiore ai 150.000 mc complessivi.

Gli approfondimenti sulle valutazioni modellistiche alla base del presente progetto sono illustrati nell'Allegato I alla presente.

5 ANALISI DELLE SCELTE PROGETTUALI

Una volta individuati i volumi necessari, nella ricerca della soluzione progettuale da percorrere sono stati considerati i seguenti aspetti prioritari:

- l'ampia superficie e l'intensa urbanizzazione del comprensorio scolante nella fossa Ausa, richiedevano che questo fosse mantenuto in sicurezza idraulica per tutta la durata dei lavori;
- l'ambiente urbano in cui le opere di progetto andavano a inserirsi e la presenza di numerosi vincoli (edifici, vecchio ponte sull'Ausa, collettore Ausa e impiantistica connessa) hanno evidenziato fin da subito che gli spazi a disposizione sarebbero risultati piuttosto limitati in relazione alle dimensioni delle opere stesse;
- le indagini geologiche hanno riscontrato l'esistenza di uno strato di terreno di circa 12-13 m con modeste capacità di portanza e la presenza di una falda superficiale.

In relazione al precedente punto a), considerando i volumi di pioggia da smaltire durante gli eventi meteorici più intensi e per evitare rischi di allagamenti nelle zone servite dalla fossa Ausa, si è

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	7	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

preferito non intraprendere la realizzazione di opere provvisoriale di by-pass. Pertanto si è deciso di mantenere in servizio la sezione scolante costituita dall'esistente collettore Ausa. Nel tratto compreso all'interno della piazza saranno sostituiti i due scatolari adiacenti in cls di dimensioni 3,50x2,00m che costituiscono il collettore **garantendo che durante i lavori venga mantenuta la possibilità di pompaggio verso il depuratore delle acque nere e soprattutto di deflusso verso il mare delle acque meteoriche.**

Ai lati dell'Ausa, che grossolanamente suddivide il Piazzale in due parti, sono state previste, utilizzando tutti gli spazi disponibili, due vasche con funzione rispettivamente di accumulo acque di prima pioggia e di laminazione.

In relazione ai precedenti punti b) e c), l'estensione planimetrica e la profondità di tali vasche è stata determinata in funzione dei sopracitati vincoli al contorno. Si segnala in particolare che si è prioritariamente perseguita la garanzia del mantenimento della sicurezza statica degli edifici che si affacciano al Piazzale e si è tenuto conto delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo.

Si evidenzia infine che, visto il contesto urbano di pregio in cui le opere si vanno a inserire, si è operato ogni sforzo per il contenimento delle dimensioni dei fabbricati in elevazione. Poiché per garantire la funzionalità idraulica del sistema, nonché il suo esercizio/manutenzione, l'impatto visivo di tali fabbricati resta notevole, il progetto delle opere idrauliche e strutturali è stato corredato con un adeguato inserimento ambientale di carattere architettonico che si inserisce nelle linee di indirizzo del Piano Strategico di Rimini. Si evidenzia che l'intero percorso progettuale che ha portato alla definizione degli interventi, in particolare quelli architettonici, è stato costantemente oggetto di confronto e condivisione con l'Amministrazione Comunale.

6 STATO DI FATTO

La parte terminale della fossa Ausa costituisce il recettore di una rete fognaria mista del comprensorio riminese di circa 700 ha. La fossa Ausa nel tratto urbano risulta tombata ed è stata realizzata con due scatolari in cls aventi ciascuno le dimensioni di 3,50mx2,00m.

In tempo secco i reflui collettati dall'Ausa vengono inviati al depuratore attraverso il sollevamento fognario 1B posto in viale Monfalcone e alimentato attraverso una soglia di magra sull'Ausa. Tale sollevamento riceve anche i reflui immessi in Ausa a valle della soglia di magra utilizzando la fossa Ausa in contropendenza.

Dal sollevamento 1B i reflui vengono inviati al depuratore Marecchiese (in fase di dismissione) e al depuratore di Santa Giustina (di cui sono in corso i lavori di potenziamento).

Attualmente sono presenti in prossimità della sezione terminale dell'Ausa diversi impianti fognari in servizio e in particolare:

in Piazzale Kennedy

- due paratoie ad apertura rapida, a chiusura degli scatolari, per scaricare a mare i volumi meteorici che eccedono le capacità degli impianti di sollevamento verso il depuratore;
- un impianto di sollevamento (Nuovo Kennedy) per sollevare in tempo di pioggia verso l'Ausa le acque miste collettate dalla fognatura di via Vespucci che, quando l'Ausa sale di livello, non possiedono una quota sufficiente all'immissione diretta;

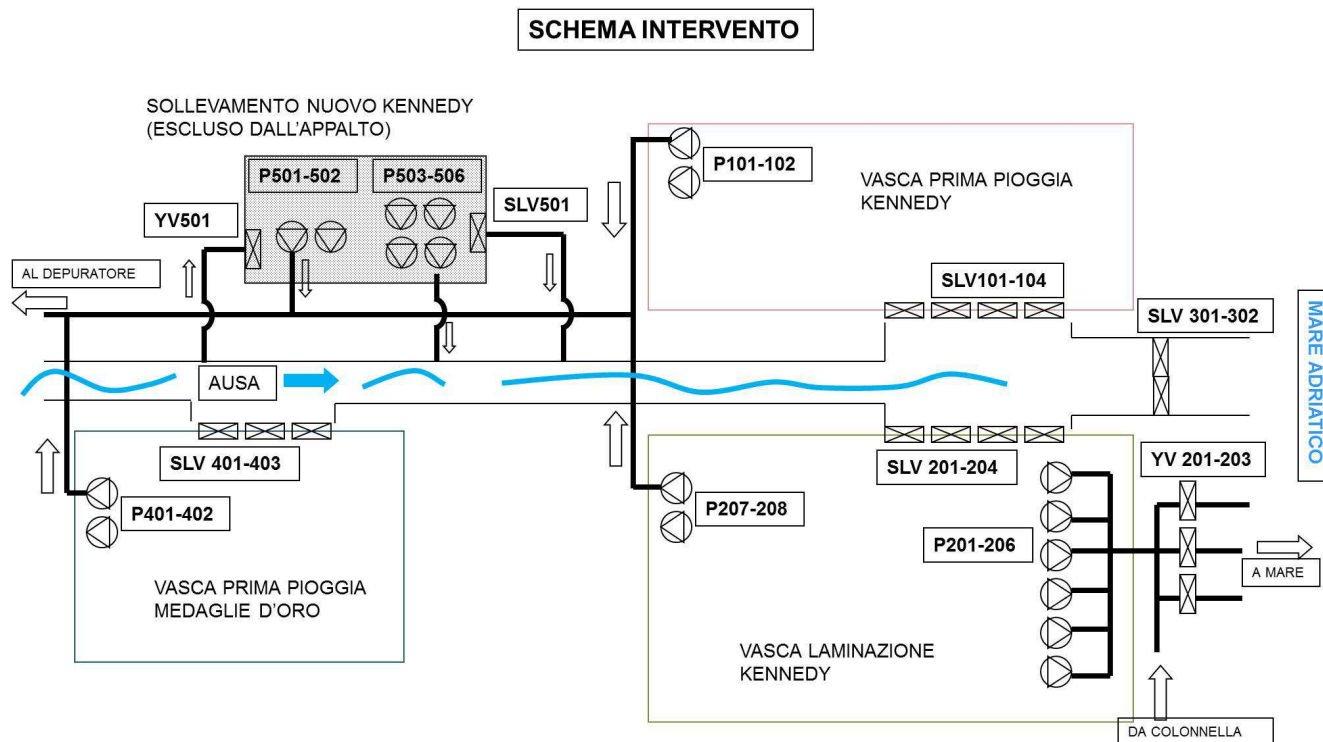
in Piazzale Medaglie d'Oro

- un sistema di idrocycloni (portata max 3 mc/s) che pretratta le acque meteoriche che devono essere scaricate a mare attraverso le paratoie di cui al punto precedente;
- un impianto di sollevamento per inviare al mare le acque pretrattate dagli idrocycloni;
- una vasca di accumulo da 5000 mc per laminare le portate che eccedono la capacità di trattamento degli idrocycloni;
- un impianto di sollevamento che recapita al depuratore le acque dense separate dagli idrocycloni.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	8	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

7 DESCRIZIONE OPERE

La soluzione impiantistica di progetto è illustrata nello schema seguente.



In sintesi si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- un'opera di derivazione in sinistra idraulica del fosso Ausa, governata dalle paratoie SLV101÷104, che consente di alimentare una vasca di prima pioggia;
- la suddetta vasca di prima pioggia con un volume utile di circa 13.000 mc che consentirà di accumulare separatamente le acque meteoriche maggiormente inquinanti e di inviarle al depuratore, a evento di pioggia cessato, attraverso un impianto di sollevamento P101-102;
- un'opera di derivazione in destra idraulica del fosso Ausa, governata dalle paratoie (SLV201÷204) che consente di alimentare una vasca di laminazione acque meteoriche;
- la suddetta vasca di laminazione da circa 22.000 mc con il relativo impianto di sollevamento (P207-208) necessario per inviare al depuratore, a evento di pioggia cessato, le acque accumulate nella vasca;
- una opera di scarico a mare costituita da un torrino di carico da circa 1.500 mc utili, da un impianto di sollevamento P201÷206, e da tre condotte DN2000 di lunghezza pari a circa 1200m con relativi organi di intercettazione (YV201÷203) e diffusori di scarico; nel torrino di carico è previsto uno sfioratore di emergenza verso la vasca di laminazione;
- una cabina elettrica per il contenimento dei trasformatori MT/BT e dei quadri elettrici di potenza e automazione del sistema.

Si prevede inoltre di sostituire le esistenti paratoie di scarico a mare (SLV301-302), ormai giunte a fine vita utile, con altre analoghe dotate di idoneo sistema di movimentazione.

Nell'impianto esistente in Piazzale Medaglie d'Oro verranno messi fuori servizio gli idrocycloni, gli impianti di rilancio a mare dell'acqua trattata e al depuratore delle acque "dense" separate dagli idrocycloni, nonché i collettori di collegamento, gli organi di sezionamento e parte dei quadri elettrici.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	9	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Rimarrà invece in servizio la vasca di accumulo da 5.000 mc che assumerà la funzione di vasca di prima pioggia. In essa verranno ristrutturati l'impianto di sollevamento necessario allo svuotamento della vasca (P401-402) e il sistema di paratoie di alimentazione (SLV401-403).

I lavori in Piazzale Medaglie d'Oro saranno completati con le necessarie modifiche strutturali alle opere esistenti.

Il sollevamento Nuovo Kennedy, con altro intervento non compreso nell'appalto, sarà dotato delle pompe P501-502 che serviranno a rilanciare verso il depuratore le acque nere di alcune zone in sinistra e destra idraulica dell'Ausa nonché quelle presenti nel tratto terminale dell'Ausa stesso. Queste acque sono collettate alla vasca dell'impianto attraverso:

- uno scatolare 2100x1100 che raccoglie i reflui della zona via Vespucci e lungomare in sinistra idraulica Ausa;
- una tubazione DN300 che raccoglie i reflui presenti nella tratto terminale dell'Ausa costituiti da quelli presenti nel DN800 che si immette in destra Ausa in via Vespucci e da quelli non captati dalla soglia trasversale presente all'altezza del sollevamento 1B.

Al termine dei lavori la catena di sollevamenti che consentirà di recapitare i reflui ai depuratori è illustrata nella figura seguente.



Figura 4. Rappresentazione schematica percorso idraulico reflui dalle Nuove Vasche fino alla Impianto di depurazione di Santa Giustina.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	10	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

La realizzazione delle condotte sottomarine verrà realizzata con un successivo stralcio dei lavori. Preme comunque evidenziare come il sistema impiantistico di progetto, costituito da vasche (laminazione, prima pioggia) da opere elettromeccaniche e da condotte di scarico a mare è da considerarsi, da un punto di vista funzionale, come un assieme unitario, in coerenza con le linee dettate dal PSBO deliberato. La suddivisione in due interventi progettuali separati è legata a scelte tecniche oltre che a diverse tempistiche attuative piena in coerenza con la pianificazione del PSBO.

8 DISMISSIONI

Contestualmente all'entrata in servizio delle vasche di Piazzale Kennedy dovranno essere dismessi:

- Gli idrocycloni di Piazzale Medaglie d'Oro e il sollevamento che convoglia l'acqua trattata dagli idrocycloni verso il mare;
- Il sollevamento che convoglia l'acqua accumulata dalla vasca di Piazzale Medaglie d'Oro verso gli idrocycloni;
- Il sollevamento che rilancia le acque "dense" separate dagli idrocycloni verso il depuratore;
- La paratoia che controlla l'immissione del collettore fognario di via Vespucci in Ausa in quanto tale immissione sarà accecata in modo permanente.

Dovrà invece rimanere in servizio ed essere ristrutturato il sollevamento di svuotamento della vasca di Piazzale Medaglie d'Oro e l'impiantistica connessa (valvole, paratoie, piping ecc.).

Con altro intervento, non compreso nel presente appalto, viene ristrutturato il sollevamento Nuovo Kennedy che, oltre a mantenere la funzione di sollevamento acque meteoriche della zona di via Vespucci assume anche quella di sollevamento acque nere verso il depuratore della zona terminale dell'Ausa sia in sinistra che in destra idraulica.

9 LA PIANIFICAZIONE DEL COMUNE DI RIMINI E IL PROGETTO PRELIMINARE

Da quanto finora rappresentato, risulta evidente non solo l'effetto dell'opera sulla balneazione, ma anche l'impatto sulla città. L'impianto si colloca infatti in una zona centrale compresa tra il lungomare e l'anello verde, che oggi vede una frattura proprio in corrispondenza di Piazzale Medaglie d'Oro.

Considerata dunque l'importanza di tale impatto, il percorso progettuale finora intrapreso è stato necessariamente un percorso di confronto e di condivisione delle ipotesi di base e delle scelte definitive tra Hera e l'Amministrazione comunale. In particolare il confronto si è svolto sul tema dell'integrazione e coerenza dell'opera idraulica con gli indirizzi dettati dalla pianificazione urbanistica e in particolare dal Masterplan Strategico, prendendo in esame alcuni degli elementi fondamentali dello stesso:

- ricucire le fratture della città
- creare una rete di piste ciclabili strutturata come alternativa alla mobilità
- creare permeabilità tra zona a mare e a monte della ferrovia
- pensare il lungomare come Agorà cittadina

E' risultato evidente all'Amministrazione la possibilità trasformare l'intervento "Vasche di laminazione Ausa" da intervento invasivo privo di scopi coerenti con la sua collocazione fisica a strumento per la realizzazione di una connessione tra due progetti a scala urbana, il "Progetto Lungomare" e il "Progetto Raggio Verde".

Da ciò è nata la richiesta di progettare una integrazione architettonica e paesaggistica del sistema impiantistico nel sistema città. Il percorso progettuale, dopo una prima fase prioritariamente focalizzata nella valutazione di tutte le possibili ipotetiche localizzazioni delle infrastrutture di progetto,

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	11	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

ha così portato fin da aprile/maggio 2014, con particolare riferimento all'impatto architettonico delle opere, all'elaborazione di varie ipotesi di riqualificazione architettonica di piazzale Kennedy.

Nel mese di giugno 2014, a valle di numerosi confronti e approfondimenti, l'Amministrazione ha individuato e scelto quella che è diventata la soluzione architettonico/paesaggistica sviluppata nel presente progetto definitivo, che vede la riqualificazione di Piazzale Kennedy a parco verde dotato di percorsi, belvedere, aree attrezzate e spazio per eventi. E' evidente che, essendo oggi Piazzale Kennedy adibito per gran parte a parcheggio, la suddetta scelta ha di fatto accentuato il problema delle aree parcheggio nella zona del lungomare. Su tali basi è stato pertanto richiesto da parte dell'Amministrazione un approfondimento dell'ipotesi progettuale che tenesse in considerazione la necessità di ritagliare un nuovo spazio da adibire a parcheggio e risolvere tale problematica. In relazione a tale necessità è stata sviluppata una ipotesi progettuale che prevede di intervenire in Piazzale Medaglie d'Oro, in piena coerenza con la soluzione adottata su Piazzale Kennedy, andando ad aumentare il numero di posti auto attualmente presenti mediante la realizzazione di un parcheggio multipiano fuori terra (mediante realizzazione di una struttura metallica intelaiata "leggera"), in continuità con l'idea di connessione tra Lungomare e Raggio Verde, creando zone a verde e percorsi a più livelli che accompagnano i fruitori verso Piazzale Kennedy e Lungomare.

Il progetto preliminare complessivo, comprendente le vasche di laminazione, l'opera di scarico a mare e le condotte sottomarine, la riqualificazione di Piazzale Kennedy e il parcheggio di Piazzale Medaglie d'Oro è stato presentato all'Amministrazione comunale all'inizio del mese di agosto 2014. In tale sede tale progetto complessivo è stato condiviso ed avallato sia dal punto di vista impiantistico che paesaggistico / architettonico e ne è stata evidenziata la coerenza con le strategie del Masterplan.

E' stato dato dunque il via libera allo sviluppo della progettazione definitiva della parte Kennedy, di cui il presente progetto è il risultato. Preme evidenziare che per quanto riguarda il parcheggio Medaglie d'Oro, il progetto rimane al momento sviluppato "solo" fino alla fase preliminare in attesa di una puntuale definizione della copertura finanziaria da parte dell'amministrazione comunale. La vista d'insieme degli interventi è riportata nella tavola grafica "Planimetria Generale di Inquadramento Interventi".

10 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Al fine di caratterizzare i terreni presenti nella zona di intervento è stata eseguita una campagna geognostica costituita da:

- N° 13 sondaggi geotecnici.
Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi si sono eseguiti:
 - prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio;
 - prelievi di campioni per caratterizzazione chimico-fisica dei terreni;
 - prove SPT;
 - Rilevi speditivi della consistenza dei terreni coesivi mediante Pocket Penetrometer e Torvane sulle carote appena estratte e scortecciate.
 - Prove di permeabilità in foro.
- N° 11 piezometri del tipo a tubo aperto a varie profondità installati nei fori di sondaggio.
- N° 8 prove penetrometriche statiche con rilievo delle pressioni interstiziali (piezocono).
Nel corso delle prove penetrometriche statiche sono stati eseguiti:
 - rilievi del livello statico della falda negli strati incoerenti (sabbie e ghiaie) mediante una sosta di alcuni minuti.
 - prove di dissipazione negli strati coesivi per la determinazione dei coefficienti di consolidazione e permeabilità.
- Indagini geofisiche:
 - Indagine geofisica tipo MASW (Multistation Analysis of Surface Waves) per la determinazione della velocità delle onde di taglio.
 - Indagine geofisica tipo HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	12	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

valutazione della frequenza di risonanza.

I campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi sono stati sottoposti a prove di laboratorio costituite da:

- determinazioni di caratteristiche fisico volumetriche.
- prove di taglio diretto.
- prove triassiali consolidate isotropicamente non drenate.
- prove edometriche con ciclo intermedio di scarico ricarica e determinazione dei coefficienti di consolidazione.
- prove scissometriche con scissometro motorizzato da laboratorio per la determinazione della resistenza al taglio non drenata.

L'inquadrimento geologico generale dell'area, le principali caratteristiche litostratigrafiche della zona interessata dall'intervento e le principali problematiche emerse sono illustrate in uno specifico documento "Indagini geognostiche".

11 CONCEZIONE STRUTTURALE DELL'OPERA

La nuova vasca verrà a collocarsi in un'area fortemente antropizzata; oltre ai fabbricati fuori terra posti ai lati del piazzale sono presenti opere interrato (in parte in esercizio e in parte abbandonate).

Le opere di fondazione e di sostegno del terreno devono essere concepite con l'obiettivo di assolvere alle funzioni strutturali con particolare attenzione a:

- i. Limitare gli spostamenti orizzontali e verticali indotti nel terreno circostante l'opera, al fine di evitare effetti sulle strutture esistenti.
- ii. Evitare che la nuova opera produca effetti sensibili sul regime delle pressioni interstiziali (livelli falda) nelle aree adiacenti ed in particolare nella zona a monte dell'opera.

La configurazione di due vasche distinte, separate dall'attuale scatolare dell'Ausa, costituisce una sistemazione favorevole alla limitazione dell'effetto barriera (punto ii.). Il regime delle pressioni interstiziali sarà comunque oggetto di specifico studio basato sulla effettiva geometria delle vasche e sulle caratteristiche di permeabilità dei terreni.

Le opere di sostegno saranno costituite da diaframmi in conglomerato cementizio gettato in opera, contrastati su più livelli da solette orizzontali e puntelli interni in grado di trasferire le azioni orizzontali indotte dalle spinte al perimetro della struttura.

La parte inferiore sarà invece delimitata da una platea di base con la principale funzione di opporsi alle sottospinte indotte dalla falda e trasferirle allo scheletro strutturale attraverso pali di fondazione con funzione di ancoraggio.

I pali saranno realizzati dal piano di lavoro posto qualche metro sotto l'attuale piazzale. Le porzioni di palo al di sopra del fondo scavo costituiranno i sostegni verticali interni (pilastri) del solaio di copertura e di altre opere interne alle vasche (cunicoli).

Una controparete interna in conglomerato cementizio armato rivestirà i diaframmi perimetrali, con funzione di solidarizzazione e impermeabilizzazione.

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	13	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

12 DESCRIZIONE FUNZIONALITÀ INTERVENTO

La vasca realizzata in sinistra idraulica insieme alla esistente vasca di Piazzale Medaglie d'Oro saranno dedicate all'accumulo delle acque di prima pioggia collettate dalla fossa Ausa. Tali volumi saranno interamente depurati, al termine dell'evento meteorico, quando l'impianto di depurazione di Santa Giustina sarà in grado di ricevere le acque accumulate. Per collettare i volumi accumulati nelle vasche di prima pioggia al depuratore saranno realizzati gli impianti di sollevamento P101-102 (nella vasca di prima pioggia di Piazzale Kennedy) e P401-402 (nella vasca di Piazzale Medaglie d'Oro). Tali impianti utilizzeranno un collettore fognario DN400 in ghisa sferoidale che collega Piazzale Kennedy al sollevamento 1B già a sua volta collegato al depuratore.

La potenzialità degli impianti di sollevamento è di circa 150 l/s per il P101-102 e di 58 l/s per il P401-402. In entrambi gli impianti la potenzialità massima viene raggiunta con una sola pompa in marcia in quanto la seconda pompa ha la funzione di scorta attiva installata.

Per collettare al depuratore le portate nere che in tempo secco arrivano alla sezione terminale dell'Ausa vengono utilizzate le pompe P501-502 del sollevamento Nuovo Kennedy il cui collettore di mandata è il medesimo DN400 in GS citato poco sopra. Questo sollevamento, escluso dall'appalto, ha una portata di 58 l/s (anche qui con una sola pompa in marcia).

La vasca di laminazione sarà invece dedicata all'accumulo delle acque meteoriche una volta che le vasche di prima pioggia abbiano raggiunto il massimo livello. Per eventi con volume in arrivo alla sezione terminale dell'Ausa contenuto entro i 35.000 mc la vasca di laminazione funzionerà come una vasca di pioggia. Per eventi con volumi maggiori, poiché gli spazi disponibili in Piazzale Kennedy risultano limitati, è stata prevista realizzazione del pompaggio P201÷206 (potenzialità 12 mc/s con 5 pompe in marcia e una a scorta) che consente, attraverso tre condotte sottomarine, lo scarico a mare dei volumi meteorici che eccedono la capacità della vasca. Tale impianto solleva le acque in un torrino di carico che disconnette il sistema vasche dal mare e contemporaneamente garantisce una prevalenza sufficiente a scaricare le portate previste a distanza di sicurezza dalla linea costiera. Le acque contenute nella vasca di laminazione, a evento cessato, saranno comunque collettate al depuratore attraverso il sollevamento P207-208 (potenzialità 125 l/s con una sola pompa in marcia).

Nel torrino di carico saranno anche immesse, attraverso appositi sollevamenti, da realizzarsi con altri interventi, le acque meteoriche provenienti dalle vasche di laminazione della zona sud (Fossa Colonnella I e II nonché Fossa Rodella) con una portata stimata di 6 mc/s. Si precisa però che le opere previste per questi ultimi sollevamenti e collettamenti non fanno parte del presente progetto.

Poiché la necessità di allontanare le acque di pioggia dalla linea costiera è legata esclusivamente alla balneazione l'impianto idrovoro P201÷206 verrà mantenuto in esercizio solo durante il periodo maggio-ottobre.

Una più puntuale descrizione delle modalità di esercizio del sistema è riportata nella apposita Relazione di funzionamento.

13 CONDOTTE DI SCARICO A MARE

Il sistema complessivo prevede anche la realizzazione di n. 3 condotte di scarico a mare a servizio della vasca di laminazione e del suo impianto di sollevamento P201-206.

Le condotte, procedendo da nord verso sud, vengono identificate come condotta n.1, n.2 e n. 3; sono previste in PRFV con diametro nominale di 2000 mm (De 2047 mm, sp = 47 mm, PN 6, SN10000 kN/mq) e presentano, ciascuna, un sistema di scarico terminale costituito da valvole di non ritorno a membrana, del tipo "a becco d'anatra", per la diffusione in mare della portata collettata.

La distanza dei punti di diffusione dello scarico delle condotte rispetto alla linea di costa è stato oggetto dello studio riportato del documento nell'Allegato II alla presente. Recependo quindi i risultati delle simulazioni effettuate si sono adottate tubazioni di lunghezza a mare tale da posizionare gli

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	14	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

scarichi a non meno di 1000 m dalla costa. Per non incorrere in possibili interferenze tra gli scarichi delle tre condotte si è inoltre previsto lo sfasamento degli stessi realizzando il tratto di diffusione di ciascuna condotta successivamente al tratto di diffusione della condotta precedente.

Conseguentemente le lunghezze delle condotte di progetto sono crescenti; più precisamente:

Lunghezza da linea di costa a zona diffusori:

- Condotta 1: 948 m;
- Condotta 2: 978 m;
- Condotta 3: 1015 m.

Lunghezza complessiva da linea di costa al termine della condotta:

- Condotta 1: 982 m;
- Condotta 2: 1018 m;
- Condotta 3: 1055 m.

Al termine di ciascun tratto di diffusori è presente un TEE chiuso con flangia cieca per un eventuale ingresso in condotta.

Le lunghezze complessive delle tubazioni, compresi quindi i tratti in spiaggia, risultano pari a:

- Condotta 1: 1222 m;
- Condotta 2: 1258 m;
- Condotta 3: 1295 m.

Per un totale complessivo di 3775 m.

Il funzionamento delle tre tubazioni è presidiato da altrettante valvole a farfalla motorizzate DN2000 installate immediatamente a valle del torrino, in una camera interrata.

Le tre valvole consentono il funzionamento delle condotte in relazione alle portate sollevate. In altre parole, un sistema di gestione automatizzato consente l'apertura in serie delle valvole in funzione dei livelli raggiunti nel torrino di carico delle tubazioni e, conseguentemente, delle portate sollevate dai gruppi di pompaggio installati nella vasca di laminazione. Tale funzionamento consente di non avere valori di velocità troppo bassi nelle tubazioni limitando così le possibilità di deposito.

Il valore totale della massima portata scaricata in mare è stata stimata in 18 mc/s, tenendo conto anche del contributo di portata in arrivo dalla vasca Colonnella I, di futura realizzazione.

A valle delle valvole a farfalla sono realizzate tre derivazioni DN 1000 chiuse superiormente da una flangia cieca, a una quota superiore a quella del medio mare. Queste derivazioni sono destinate all'inserimento di palloni otturatori per consentire lo smontaggio delle valvole a farfalla.

Le tubazioni sono interrate lungo l'intero tracciato, sia nel tratto in spiaggia che nel tratto a mare; nel tratto a mare, inoltre, si prevede di realizzare uno strato di protezione mediante copertura con materassi tipo Reno riempiti di materiale lapideo, soluzione che contribuisce, anche sensibilmente, allo zavorramento delle stesse condotte. Lo strato di ricoprimento ed il rivestimento in materassi si dimostrano ampiamente sufficienti a garantire la stabilità della condotta. Le condizioni indicate, per altro, consentono di svincolare la statica delle condotte da eventuali effetti marini dovuti al moto ondoso.

La zona dei diffusori sarà protetta ed eventualmente segnalata secondo le indicazioni e prescrizioni delle autorità competenti.

Si precisa che nel presente appalto non è compresa la posa delle condotte a mare ma unicamente, come indicato negli elaborati grafici, il primo tratto di esse fino all'ingresso in spiaggia.

Preme comunque sottolineare il fatto che il sistema impiantistico costituito da vasche, opere elettromeccaniche e condotte di scarico a mare è da considerarsi, da un punto di vista funzionale, come un assieme unitario, in coerenza con le linee dettate dal PSBO deliberato. La suddivisione in due interventi progettuali separati è legata a scelte tecniche oltre che a diverse tempistiche attuative, in coerenza con la pianificazione del PSBO. Su tali basi si precisa che l'infrastruttura "Vasca", con

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	15	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

particolare riferimento alla vasca di laminazione, presenta una serie di predisposizioni e manufatti che sono stati progettati e dimensionati in quanto funzionali al sistema complessivo "Vasca + Opera di scarico a mare". Ne deriva che, il progetto esecutivo dell'opera in appalto dovrà tenere conto del sistema completo ed esercito nella sua unitarietà.

14 CONSIDERAZIONE SU SICUREZZA E AMBIENTE

Sicurezza idraulica

Si evidenzia che la sicurezza idraulica del territorio sottostante la sezione di chiusura della fossa Ausa resta immutata rispetto alla situazione esistente in quanto garantita dalle paratoie di emergenza SLV301-302 che anche ora consentono lo scarico a mare in emergenza delle portate collettate dalla suddetta fossa. Tali paratoie vengono sostituite con altre analoghe ma mantengono inalterata la funzione di presidio di sicurezza della rete fognaria.

Qualità delle acque

Dal punto di vista ambientale è evidente che l'ampliamento delle capacità di accumulo del sistema in progetto impatta positivamente e significativamente sulla qualità delle acque costiere in quanto gli eventi che richiederanno l'abbattimento della paratoia di emergenza, con il conseguente scarico delle acque meteoriche in corrispondenza della linea costiera, risulteranno meno frequenti.

In particolare:

- gli eventi meteorici con volume in arrivo nella sezione terminale dell'Ausa contenuto entro 13.000 mc in più di quello che attualmente provoca lo scarico a mare non interferiranno con la balneazione in quanto saranno interamente accumulati nella vasca di prima pioggia e successivamente collettati all'impianto di depurazione;
- in presenza di un affidabile sistema di previsione meteo anche gli eventi meteorici con volume in arrivo nella sezione terminale dell'Ausa contenuto tra i 13.000 mc e i 35.000 mc in più di quello che attualmente provoca lo scarico a mare non interferiranno con la balneazione in quanto saranno contenuti all'interno della vasca di laminazione e successivamente collettati al depuratore;
- gli eventi meteorici con volume in arrivo nella sezione terminale dell'Ausa contenuto tra i 35.000 mc e i 150.000 mc in più di quello che attualmente provoca lo scarico a mare non interferiranno con la balneazione in quanto, oltre ad essere caratterizzati da un maggior grado di diluizione, saranno scaricati a distanza di sicurezza dalla linea di costa.

In virtù di quanto precedentemente illustrato si ritiene pertanto che la frequenza degli eventi che provocheranno l'apertura della paratoia a mare scenda da circa 10-12 per stagione balneare nella situazione attuale a 1 ogni dieci anni, al superamento del Tempo di ritorno di progetto, nella configurazione definitiva con vasche e condotte entrambe in esercizio.

Rumore

Per valutare il rispetto della normativa acustica vigente è stata condotta una valutazione di impatto acustico specifica i cui risultati sono riportati nel documento apposito.

Odori

Le acque invase dalle vasche avranno una concentrazione di inquinanti particolarmente diluita e pertanto si ritiene che le emissioni di odori risultino paragonabili se non inferiori quelle delle normali fognature per le quali risultano normalmente sufficienti le compartimentazioni create dalle botole di copertura dei pozzetti di ispezione.

Tuttavia, visto il contesto a vocazione turistica in cui vengono realizzate le vasche sono stati previsti degli ulteriori accorgimenti che garantiranno la minimizzazione degli impatti derivanti dalle emissioni di cattivi odori.

Il primo presidio volto al contenimento delle emissioni odorigene è costituito dal fatto che tutte le

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	16	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

aperture delle vasche verso l'ambiente esterno saranno dotate di apposite botole a tenuta con particolari lavorazione delle superfici affacciate che ne consentiranno il perfetto accoppiamento. Inoltre, rispondendo alle prescrizioni emesse dagli Enti di controllo in sede di Conferenza dei Servizi, su entrambe le vasche, sono stati previsti degli impianti di abbattimento odori.

Tali impianti saranno costituiti da:

- ventilatori di estrazione aria che manterranno le vasche in lieve depressione;
- impianti di filtrazione che utilizzeranno una tecnologia a carboni attivi;
- camini di esalazione posti in adiacenza alla struttura che sostiene l'ascensore di accesso alla zona più elevata della piazza che rilasceranno l'aria trattata a oltre 10 m dal piano di campagna;
- tubazioni e canali di collegamento.

Accessi

L'accesso degli operatori alle vasche avverrà dal piano del Piazzale attraverso una serie di botole modulari e scale in c.a. dotate di parapetti conformi alla normativa vigente.

Al fine di muoversi in completa sicurezza lungo i contrasti intermedi saranno inoltre disposti lungo le pareti perimetrali delle vasche degli idonei anelli di sicurezza in acciaio inox.

Per la pulizia straordinaria delle vasche verranno previste apposite aperture 5,00m x 3,00m da cui sarà possibile calare una pala compatta o altre macchine operatrici.

In occasione degli accessi alle vasche sarà necessario procedere a una preventiva ventilazione delle stesse. Tali operazioni saranno comunque esplicitate da un apposito documento nell'ambito del progetto esecutivo dell'opera.

Tutte le pompe e gli organi di manovra avranno ugualmente accesso dal piano del Piazzale con apposite botole.

Si sottolinea in particolare che gli elementi architettonici progettati sono frutto di un processo di coordinamento serrato con le esigenze impiantistiche di installazione, manutenzione e gestione degli impianti tecnologici e che tutti gli accessi e le aree di manovra sono stati integrati per facilitare le condizioni di utilizzo degli impianti.

15 ITER AUTORIZZATIVO

Le dimensioni dell'opera e il contesto urbano e ambientale in cui si va a inserire hanno richiesto un percorso autorizzativo complesso per il numero di Enti coinvolti. La convocazione di una conferenza dei servizi da parte del Comune di Rimini ha agevolato il confronto fra questi Enti evitando la proposizione di prescrizioni tra loro conflittuali.

Gli Enti da coinvolti sono stati:

- Comune di Rimini (approvazione progetto complessivo)
- Provincia Rimini (autorizzazione allo scarico)
- Regione Emilia-Romagna (concessione aree demaniali, gestione materiali di scavo)
- Capitaneria di porto (condotte a mare e interdizione alla navigazione zona diffusori)
- ARPA (rumore, qualità scarico, campi elettromagnetici, gestione materiali di scavo)
- USL (campi elettromagnetici)
- ENEL (fornitura potenza e spostamento sottoservizi)
- Marina Militare – Servizio fari (segnalazione luminose a mare)
- Soprintendenza Beni Archeologici
- Soprintendenza Beni Paesaggistici
- Telecom (spostamento rete telefonica)
- AM Rimini (interruzione linee filobus)
- SGR (spostamento rete gas)
- Hera (spostamento reti acqua e fognatura)

Gli esiti della Conferenza dei Servizi sono riportati in un apposito documento facente parte degli

	RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	G15019436	2.0	17	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

elaborati di appalto.

16 MANUTENZIONE ED ESERCIZIO

L'impianto sarà interamente automatizzato e telecontrollato. L'apertura/chiusura delle paratoie nonché l'avvio/arresto dei singoli gruppi di pompe sarà asservito da misuratori di livello dedicati a soglie impostabili ciascuno dotato di un ulteriore misuratore di emergenza.

Tutte le pompe di svuotamento vasche saranno inverterate e asservite ai misuratori di portata presenti sulle tubazioni di mandata. Le pompe di rilancio a mare, anch'esse comandate tramite inverter, saranno invece asservite ai misuratori di livello della vasca di laminazione e del torrino di carico.

Le paratoie di emergenza a mare, che hanno garantito finora un'adeguata protezione al territorio, manterranno un automatismo analogo a quello attualmente installato.

17 FINANZIAMENTO DELL'OPERA

Le opere comprese nel presente progetto definitivo fanno a capo a due interventi inseriti all'interno del Piano Investimenti del SII approvato da ATERSIR.

- R.2150.11.03.00065 - PSB Realizzazione Vasca Ausa I stralcio: l'intervento vede come attuatore Hera SpA con cofinanziamento del Comune di Rimini;
- T.2150.11.03.00010 - PSB Condotta sottomarina Ausa: l'intervento vede come attuatore Romagna Acque Società delle Fonti

ALLEGATI

ALLEGATO I: Relazione di modellazione di sistema

ALLEGATO II: Relazione di modellazione meteomarina

1.0	12/09/2014	A.C.	M.G.	L.M.	Emissione	
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)	
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)						
INGEGNERIA ACQUA						
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)						
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA E CONDOTTE SOTTOMARINE - PROGETTO DEFINITIVO						
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)						
				N° ELABORATO (DOCUMENT N°)	N° COMMESSA (JOB N°)	
				ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)	
 <p>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it</p>				DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
				ALLEGATO I RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA		
				SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
				--	1	35

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	2	34
STANDARDIZZAZIONE					

INDICE

1	OGGETTO E SCOPO	3
2	IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE	3
2.1	IL SISTEMA FOGNARIO RIMINESE	3
2.2	IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE	4
2.2.1	Adeguamento dei sistemi di trattamento	4
2.2.2	Interventi di separazione delle reti	4
2.2.3	Realizzazione di volumi di accumulo	5
2.2.4	Incremento della capacità di collettamento	5
3	IL MODELLO MATEMATICO DEL SISTEMA FOGNARIO RIMINESE	5
3.1	AGGIORNAMENTO DEL MODELLO MATEMATICO	7
3.1.1	Aggiornamento cartografico	7
3.1.2	Aggiornamento del modello digitale del terreno	8
3.1.3	Caratterizzazione delle superfici drenanti	8
3.2	CALIBRAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO	12
3.2.1	Campagna di monitoraggio	12
3.2.2	Pluviometria	15
3.2.3	Analisi risultati	16
4	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ACCUMULO E RILANCIO A MARE	27
4.1	CARATTERIZZAZIONE DEL REFLUO	27
4.2	PLUVIOMETRIA DI RIFERIMENTO	29
4.3	CONTESTUALIZZAZIONE VASCA AUSA CON IL SISTEMA DI VASCHE A MARE	30
4.4	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA VASCHE-IDROVORA	31
4.5	DIMENSIONAMENTO CONDOTTA SOTTOMARINA	34
4.5.1	Portate di output caratterizzate quali quantitativamente	34
4.5.2	Modellazione matematica meteo-marina	34

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	3	34
STANDARDIZZAZIONE					

1 OGGETTO E SCOPO

Il presente documento ha come scopo l'inquadramento e la contestualizzazione del progetto denominato "Realizzazione vasca Ausa e condotta sottomarina" all'interno del sistema fognario-depurativo di Rimini, in particolare del novero dei progetti costituenti il Piano di Salvaguardia della Balneazione Ottimizzato.

2 IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE

2.1 IL SISTEMA FOGNARIO RIMINESE

Il sistema fognario della città di Rimini ha un andamento planimetrico tipico dei centri rivieraschi. È infatti caratterizzato da una struttura di tipo perpendicolare in cui gli assi principali di drenaggio sono costituiti dalle Fosse Consortili che, diramandosi dal forese, giungono a mare tombate, attraversando l'insediamento urbano, con la funzione di collettori fognari. A questi drena tutto il reticolo fognario di diametro minore.

Il tratto terminale delle fosse è chiuso da una paratoia a perfetta tenuta idraulica; alla sezione di chiusura di ciascuna di esse è presente un sollevamento che invia i reflui in depurazione, attraverso un sistema di impianti disposti in sequenza.

Il sistema di drenaggio urbano di Rimini è prevalentemente di tipo misto. Questo fatto, unito alla forte commistione fra le acque nere urbane e le bianche, naturalmente drenate dal sistema storico di drenaggio (le fosse consortili appunto) in seguito agli eventi pluviometrici, porta ad una criticità di tipo strutturale che si manifesta in particolare durante gli eventi più intensi.

In tempo secco così come in caso di piogge di modesta intensità, tutti i reflui che giungono alla sezione di chiusura di ciascuna fossa vengono intercettati e sollevati verso la depurazione dalla catena di sollevamenti. Durante gli eventi di maggiore entità, superata la massima capacità del sollevamento e colmati i volumi di prima pioggia, ove presenti, si ha l'apertura delle paratoie a mare, necessaria per non compromettere l'efficienza dei collettori, con conseguente sversamento in battigia delle acque nere diluite.

Le aperture degli scolmatori di piena risultano critiche per la qualità delle acque costiere e, in particolare durante il periodo estivo, per il loro impatto diretto sulla balneazione.

Quanto sopra, anche in considerazione della vocazione turistica di Rimini, ha determinato una forte spinta alla ricerca sistematica degli elementi di criticità della rete fognaria, così da stabilire criteri univoci sulla base dei quali costruire un piano di interventi organico, in grado di individuare le priorità e di cogliere le sinergie che possono instaurarsi tra ciascuno, atto a ridurre fortemente le criticità riscontrate sugli scarichi.

A tale scopo si è fatto ricorso a un modello numerico in grado di simulare il comportamento del sistema fognario riminese nelle diverse condizioni, stagionali e meteorologiche, in cui si trova ad operare.

La messa a punto di questo modello, basata sull'analisi critica dei risultati ottenuti, il confronto con le misure svolte in campo e i dati di esercizio della rete, ha consentito di simulare, con buona approssimazione, il comportamento della rete fognaria e, di conseguenza, l'individuazione dei punti che risultano critici.

Le criticità individuate sono essenzialmente di carattere strutturale e possono essere riassunte come di seguito riportato:

- I reflui raccolti dalla rete fognaria giungono fino alla sezione di chiusura delle fosse, da cui devono essere pompate, tramite appositi impianti di sollevamento, all'impianto di depurazione, che si trova nell'entroterra della Città.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	4	34
STANDARDIZZAZIONE					

- I sollevamenti posti alla sezione di chiusura delle fosse hanno una potenzialità non compatibile con i picchi di portata che si generano in tempo di pioggia.
- I volumi di accumulo presenti nelle sezioni di chiusura della rete fognaria, per lo più costituiti da vasche di prima pioggia, sono funzionali al miglioramento qualitativo dello scarico, e non hanno un volume adeguato a laminare le portate di piena che giungono alla sezione di chiusura della rete fognaria.

Date le limitazioni strutturali di cui sopra, l'apertura a mare degli scaricatori di piena risulta essere l'unica manovra possibile per permettere il deflusso dei picchi di pioggia dalla rete fognaria, allo scopo di mantenerne l'operatività e evitando episodi di allagamento di tratti dell'area urbana.

La situazione sopra descritta si presenta alla sezione di chiusura di tutte le Fosse, ed in particolare a quella dell'Ausa che risulta essere il sistema ricettore degli impianti di sollevamento di tutta la zona sud, fino al confine comunale con Riccione.

2.2 IL PIANO DI SALVAGUARDIA DELLA BALNEAZIONE

Il Piano di Salvaguardia della Balneazione Ottimizzato (di seguito "PSBO") è l'ultimo di una serie di atti di pianificazione deliberati dal Comune di Rimini, a partire dal Piano Generale delle Fognature (Delibera Consiglio Comunale n.27 del 16/02/2006), del quale rappresenta uno stralcio funzionale.

Il PSBO è infatti un piano di interventi strutturali sulla rete fognaria di Rimini che ha lo scopo prioritario di ridurre il numero e la frequenza degli scarichi di acque reflue diluite in mare, in concomitanza con gli eventi pluviometrici che generano deflussi non compatibili con la capacità di trasporto del sistema fognario.

Le principali linee di intervento in cui si esplicita il Piano si possono nella sostanza raggruppare in:

- Adeguamento dei sistemi di trattamento;
- Separazione delle reti;
- Realizzazione di volumi di accumulo;
- Incremento della capacità di collettamento.

2.2.1 ADEGUAMENTO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO

Tali interventi rappresentano il punto di partenza dell'aggiornamento del sistema fognario-depurativo e risultano propedeutici alla realizzazione degli altri interventi del PSBO.

Il Piano, nel dettaglio, prevede una riconfigurazione del sistema verso un unico polo di trattamento reflui (Depuratore di Santa Giustina) con la dismissione degli impianti attualmente attivi di Via Marecchiese e Bellaria.

L'intervento sul depuratore di via Marecchiese consentirà, attraverso il recupero di parte dell'impiantistica esistente, la trasformazione in impianto di laminazione e trattamento delle acque di prima pioggia riducendo il quantitativo annuo di solidi sospesi sversati sul Fiume Marecchia.

2.2.2 INTERVENTI DI SEPARAZIONE DELLE RETI

Tali interventi prevedono la realizzazione, o il completamento dei processi di separazione delle reti fognarie, ad oggi miste, portando ad un sistema duale caratterizzato da un doppio reticolo.

Al termine del processo di separazione le fosse dei bacini oggetto di intervento (Pedrera Grande, Brancona, Viserbella, Sortie, Turchetta e Sacramora, Roncasso) verranno restituite alla loro originaria funzione di reticolo idraulico superficiale non essendo più interessate in alcun modo da scarichi di

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	5	34
STANDARDIZZAZIONE					

acque reflue. Queste ultime verranno invece completamente collettate su un reticolo fognario ad esse dedicato ed inviate ai trattamenti depurativi.

2.2.3 REALIZZAZIONE DI VOLUMI DI ACCUMULO

Tali interventi consentiranno, attraverso la realizzazione di volumi di accumulo, di invasare, durante gli eventi meteorici, i volumi che ad oggi vengono rilasciati, in corrispondenza di eventi meteorici intensi mediante gli scarichi a mare.

Tale soluzione tecnica si rende necessaria nei bacini in cui, a causa della densità ed estensione associate alla struttura del tessuto urbanistico, non risulti percorribile la soluzione che prevede la separazione delle reti.

Gli interventi prevedono in particolare un ampliamento degli attuali volumi di prima pioggia già presenti nelle sezioni terminali delle fosse (Ausa, Colonnella I e II, Rodella) e la realizzazione di volumi di "laminazione" veri e propri. Tali vasche consentiranno di accumulare in corrispondenza di eventi piovosi intensi le portate che dovrebbero altrimenti essere smaltite attivando gli scarichi a mare.

Nello specifico i progetti di realizzazione di volumi di accumulo sono:

- Interventi strutturali sulle fosse Colonnella I, Colonnella II e Rodella;
- Realizzazione Vasca di laminazione "Ospedale";
- Realizzazione vasca di accumulo, impianto idrovoro e condotta sottomarina Ausa.

2.2.4 INCREMENTO DELLA CAPACITÀ DI COLLETTAMENTO

Tali interventi hanno come obiettivo quello di incrementare la capacità di collettamento alla depurazione del sistema fognario, consentendo di ottimizzare il funzionamento del sistema attraverso una razionalizzazione dei sollevamenti presenti e di ridurre le portate in corrispondenza delle sezioni di chiusura delle fosse.

Tale riduzione consentirà anche di ridurre in termini di dimensionamento (e parallelamente in termini di costi) il volume delle vasche d'accumulo previste nella zona SUD di Rimini.


3 IL MODELLO MATEMATICO DEL SISTEMA FOGNARIO RIMINESE

Per la valutazione del complesso sistema fognario-depurativo riminese, è stato sviluppato un modello matematico del sistema di drenaggio urbano. Tale modello è stato costruito attraverso l'uso del software commerciale InfoWorks CS (Innovyze Ltd.) in collaborazione e sotto il controllo scientifico del DICAM della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna.

L'utilizzo di software di modellazione matematica è pratica ormai largamente utilizzata e condivisa, sia a scopo scientifico, sia a scopo gestionale e come supporto alla decisioni in fase di pianificazione e progettazione, così come per la valutazione di strategie di gestione, grazie alla possibilità di valutare e confrontare scenari.

L'utilizzo di software di modellazione matematica è di particolare aiuto nello studio di sistemi di drenaggio complessi in cui la commistione fra acque bianche e nere, la forte magliatura delle reti, la presenza di impianti di sollevamento e manufatti telecontrollati in genere, rendono difficile, e talora poco rappresentativa, l'analisi idrologico- idraulica classica.

Il modello è stato sviluppato a completamento di progetti di modellazione precedenti ma parziali, già in uso al Gestore Hera Rimini Srl a partire dai primi anni 2000.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	6	34
STANDARDIZZAZIONE					

Il modello matematico del sistema fognario riminese in uso ad Hera, calibrato nell'ambito della collaborazione con il DICAM di cui sopra, è stato altresì utilizzato dallo stesso Dipartimento nelle analisi alla base della redazione del Piano di Indirizzo della Provincia di Rimini.

Tale modello è stato calibrato al termine della fase di costruzione e validazione delle logiche, nel 2010 sfruttando, in misura maggiore rispetto a quelli precedenti, una vasta serie di misure estratte dalla banca dati presente nei server del telecontrollo. Questa calibrazione ha riguardato in particolare tre aspetti diversi:

- Calibrazione della rete (sia in tempo secco, sia in tempo di pioggia);
- Calibrazione delle logiche RTC (Real Time Control) delle paratoie;
- Calibrazione delle logiche di accensione / spegnimento delle pompe.

Le misure utilizzate per le tre fasi di calibrazione hanno riguardato in particolare i livelli idrici su tutte le fosse principali presso gli impianti terminali, i livelli di riempimento delle vasche di aspirazione pompe, di laminazione e di prima pioggia, e, in corrispondenza degli eventi di calibrazione, il timing delle aperture e delle chiusure delle paratoie a mare.

La calibrazione dei parametri si è sviluppata sia in tempo secco, sia in tempo di pioggia.

Nella prima, in cui la rete è sollecitata solo dagli scarichi civili, sono stati messi a confronto i valori di livello misurato da telecontrollo con quello simulato dal modello in InfoWorks poco a monte dello sbocco a mare di tutte le fosse principali considerando i lunghi periodi con assenza di pioggia. Prendendo in esame i sottobacini del modello si è cercato di minimizzare lo scarto fra simulazioni e misure. Per una rete come quella in oggetto, caratterizzata da scarse pendenze dovute alla topologia del luogo e da un'architettura di rete che vede necessariamente una moltitudine di impianti di sollevamento spesso in cascata fra loro, la calibrazione dei livelli idrici di tempo secco risulta fortemente connessa a quella dei livelli nelle vasche di aspirazione delle pompe. Il livello nelle fosse, specie nei tratti terminali, è infatti strettamente legato al funzionamento degli impianti di sollevamento.

La calibrazione in tempo di pioggia ha preso in considerazione una serie di eventi, e si è basata sul confronto fra i dati di livello misurati a sistema con quelli simulati dal software. Il processo di calibrazione ha preso in esame sia parametri idraulici, sia idrologici e di uso del suolo.

Nella fase di calibrazione multi-evento questi parametri furono modificati per tentativi successivi in diverse parti della rete sino a ottenere una configurazione finale che minimizzasse lo scarto su più eventi e su più punti di controllo, fra valori simulati e misurati.

Si propone di seguito la configurazione finale di parametri idrologici che risulta a termine del processo di calibrazione svolta dal DICAM:

<i>Superfici</i>	Coeff. Ruscamento	Perdite iniziali	Coeff. Affl. / Defl.	% uso extraurb	% uso urbano	% uso forese	% uso urbano fitto	% verde	% Bacino Ausa
Strade	30	0,003	0,95	20	45	10	60	3	0
Tetti	20	0,003	0,8	25	45	10	40	2	0
Verde	10	0,001	0,1	55	10	80	0	95	0
Ausa	6	0,0008	0,90	0	0	0	0	0	100

Tabella 1. Coefficienti di deflusso impostati nel modello originario di Rimini.

Da questa calibrazione si è partiti per determinare lo scenario zero dal quale prendono le mosse le

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	7	34
STANDARDIZZAZIONE					

valutazioni apportate nella revisione generale del 2013 come di seguito illustrato.

3.1 AGGIORNAMENTO DEL MODELLO MATEMATICO

Al fine di ottenere uno strumento aggiornato, per la migliore rappresentazione della realtà, il modello, nel corso del 2013, è stato sottoposto ad una revisione generale dei dati topologici, e ad aggiornato processo di calibrazione mediante il confronto con misure di campo acquisite nel corso di specifica campagna, nei mesi luglio- settembre 2013.

Tale revisione generale ha riguardato, in particolare, i seguenti aspetti:

- Aggiornamento cartografico (dbase asset);
- Aggiornamento del modello digitale del terreno;
- Caratterizzazione delle superfici drenanti e impermeabili presenti nel modello.

3.1.1 AGGIORNAMENTO CARTOGRAFICO

Al fine di raffittire i rilievi precedenti, allo scopo di aumentare la rappresentatività delle stime di modellazione, sono stati acquisiti i progetti e le estensioni di rete che non erano presenti in cartografia o per i quali i lavori non erano ancora conclusi, all'atto della costruzione del modello matematico (2010).

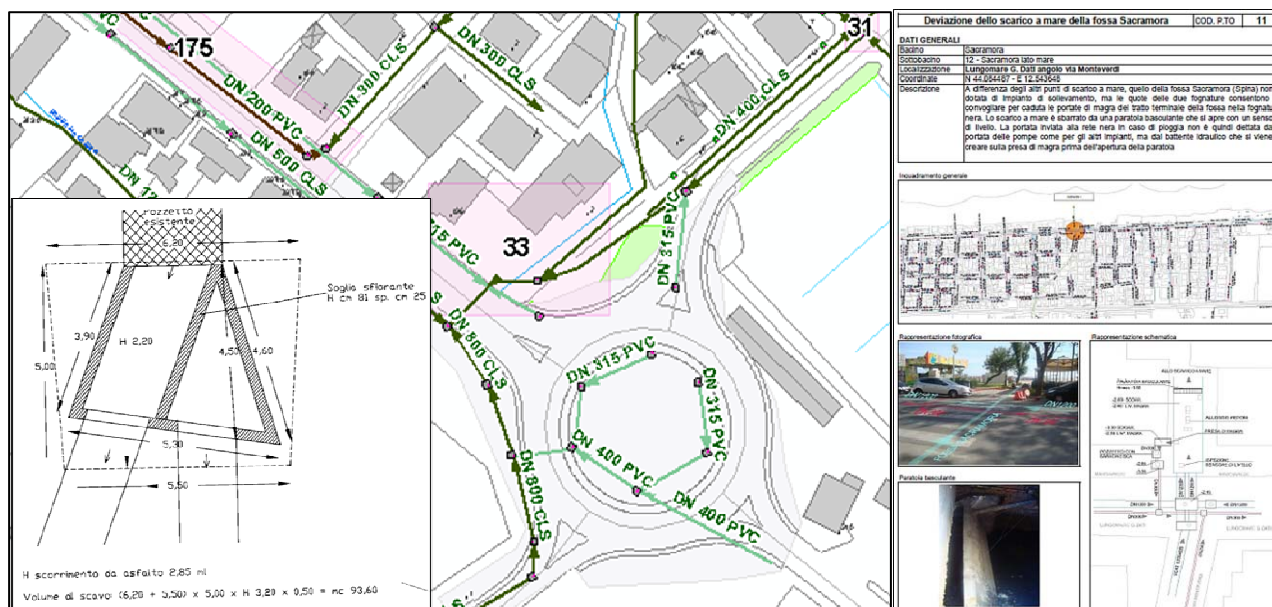


Figura 1. Elementi utilizzati nell'aggiornamento del modello matematico della rete fognaria.

Parallelamente è stata effettuata una campagna di plano-altimetrico di alcuni dei principali collettori del sistema fognario, riportati nella figura sottostante.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	8	34
STANDARDIZZAZIONE					

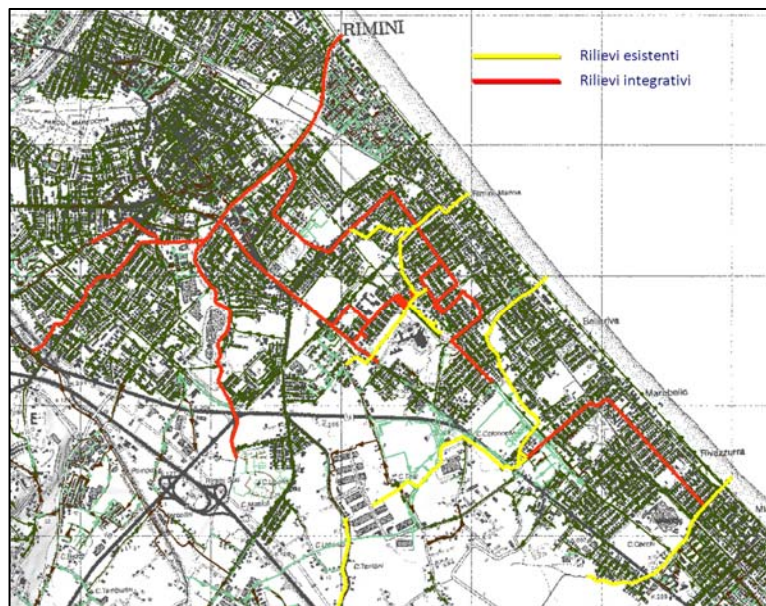


Figura 2. Rilievi integrativi a completamento di quelli esistenti, 2013.

Complessivamente il rilievo ha comportato il rilievo di più di 200 chiusini, disposti su un totale di più di 15 km di rete.

3.1.2 AGGIORNAMENTO DEL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

In analogia con il generale aggiornamento della rete, è stato acquisito, attraverso il sito web dei servizi cartografici della Regione Emilia Romagna, il più recente modello digitale del terreno (DTM) disponibile.

Il DTM ricavato dal WMS della Regione Emilia Romagna nasce da uno sfumo altimetrico in una griglia di 5x5 metri.



Figura 3. Step successivi per l'ottenimento del DTM di Rimini.

3.1.3 CARATTERIZZAZIONE DELLE SUPERFICI DRENANTI

Elemento fondamentale di un modello matematico in generale e del software InfoWorks CS in particolare, è il sottobacino.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	9
STANDARDIZZAZIONE				

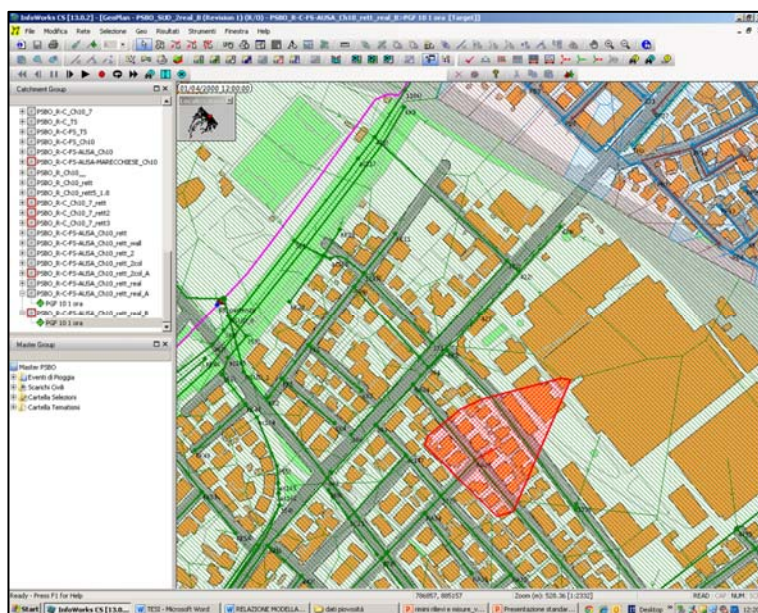


Figura 4. Visualizzazione di InfoWorks CS.

Il sottobacino può essere visto come l'elemento idrologico base.

Risulta essere una schematizzazione matematica, esso rappresenta una porzione di bacino drenato, che recapita in un pozzetto della rete. L'ingresso in rete viene quindi schematizzato in un punto solo, mentre nelle realtà, l'ingresso in rete delle acque meteoriche avviene attraverso caditoie e fognoli stradali.

I sottobacini, come tutti gli altri elementi base del modello, possono essere distinti in bacini di rete mista, di rete bianca e di rete nera. Per i bacini di bianca e di mista, diventa fondamentale definire i parametri idrologici, sulla base dei quali le equazioni del modello afflussi- deflussi scelto faranno il loro corso.

Per la definizione dei coefficienti di afflusso equivalenti è necessario identificare le aree permeabili ed impermeabili di cui si compone il sottobacino.

Nel software InfoWorks è possibile definire fino a dodici diverse superfici, a piacere dell'utente. Ogni superficie si distingue fondamentalmente per la percentuale di impermeabilità che la contraddistingue. Nel modello in uso, erano state definite quattro diverse superfici.

La determinazione di "quanta parte di tetti" o "la percentuale di strade" ecc, di cui si compone il singolo sottobacino, nel modello in uso è definita sulla base dell'uso del suolo.

L'uso del suolo in InfoWorks rappresenta di fatto un modo per creare selezioni di sottobacini che hanno caratteristiche omogenee, come ad esempio la percentuale di strade, appunto.

Nel modello in uso, dunque, aree omogenee hanno analoghe percentuali delle superfici in cui i sottobacini si compongono, come riassunto nella tabella seguente.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	10
STANDARDIZZAZIONE				

	STRADE	TETTI	VERDE	AUSA
EXTRAURBANO	20%	25%	55%	0%
URBANO	45%	45%	10%	0%
FORESE ENTROTERRA	10%	10%	80%	0%
URBANO FITTO	60%	40%	0%	0%
SOLO VERDE	3%	2%	95%	0%
BACINO AUSA	0%	0%	0%	100%

Tabella 2. Suddivisione in percentuali di superfici di diversi usi del suolo.

Ovvero si era optato per una suddivisione di ciascun bacino nelle superfici definite in maniera aprioristica, non necessariamente legata alla reale presenza di tetti, strade e verde, ma in maniera mediata, per macro aree omogenee.

Ecco come dunque un bacino caratterizzato da uso del suolo “extraurbano”, è suddiviso sempre nelle percentuali di strade, tetti e verde specificate sopra.

Nella revisione del modello di cui alla presente relazione, si è optato per una scelta diversa, che si muove nel senso di un maggiore dettaglio nella definizione delle aree che compongono i sottobacini. È stato definito, in primo luogo, un maggior numero di superfici:

- Strade;
- Tetti;
- Verde (pubblico);
- Cortili;
- FF.SS. e aree FF.SS.

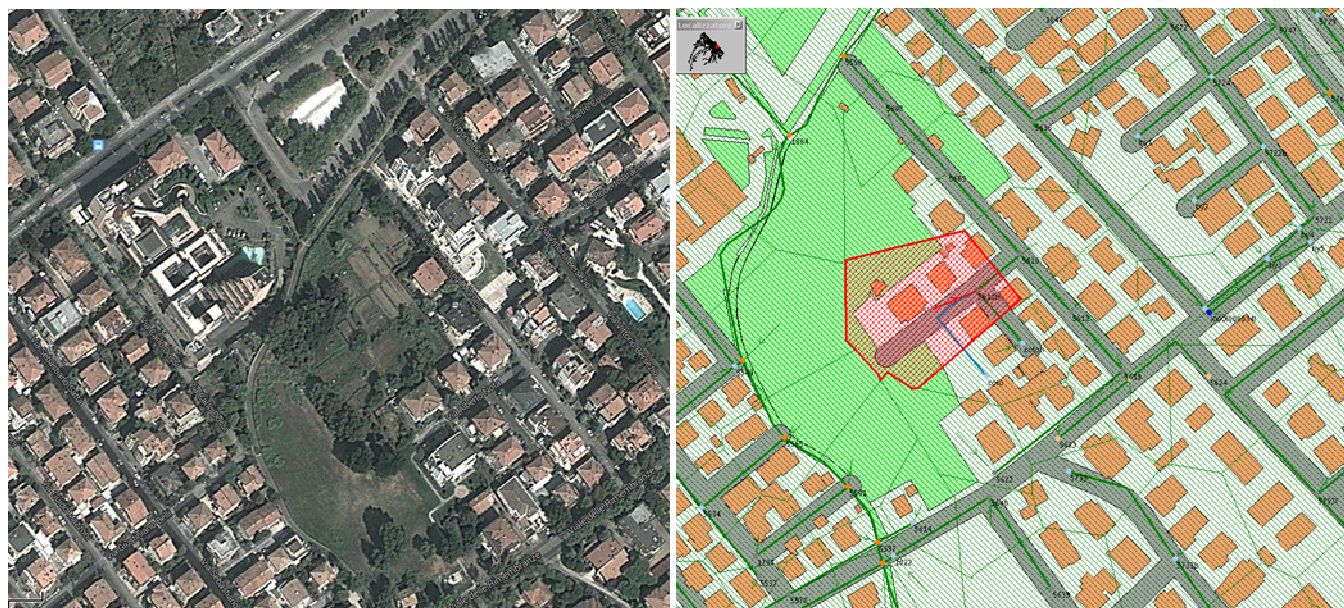


Figura 5. Analisi congiunta per la caratterizzazione delle superfici dei bacini.

Mentre le aree FF.SS. sono state inserite per completezza di dettaglio, la vera ed importante novità è rappresentata dalla tipologia di superficie denominata “cortili”.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	11	34
STANDARDIZZAZIONE					

Per cortili si intende tutto ciò che non è compreso nelle categorie precedenti. I cortili di fatto sono le aree attorno alle case, sono il verde privato ma anche il pavimentato o semi pavimentato privato.

La puntuale definizione dei coefficienti di deflusso delle singole superfici e dei cortili nello specifico, è necessariamente legata alla localizzazione del sottobacino in questione. I cortili del centro storico, ad esempio, hanno un coefficiente di afflusso simile alle strade, mentre quelli del forese saranno più simili al verde.

Per questa ragione, in analogia con quanto già presente nel modello, sono state definite una serie di categorie di uso del suolo, ovvero:

- Urbano fitto;
- Urbano;
- Extraurbano;
- Forese;
- Solo verde.

Tali categorie di uso del suolo consentono di differenziare la generica categoria “cortili”, nelle più specifiche superfici:

- Cortili dell’urbano fitto;
- Cortili dell’urbano;
- Cortili dell’extraurbano;
- Cortili del forese;
- Cortili del solo verde.

La scelta operata per definire quali cortili erano di tipo extraurbano, quali urbano, quali urbano fitto, eccetera, è stata fatta tramite confronto puramente visuale.

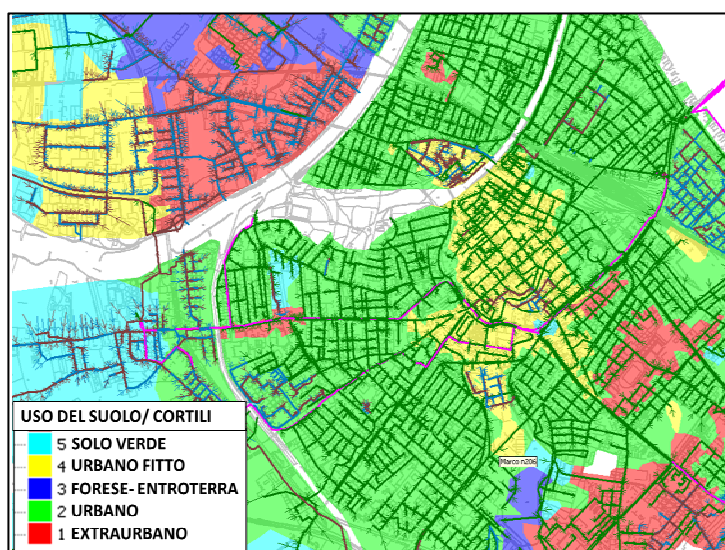


Figura 6. Analisi congiunta per la caratterizzazione delle superfici dei bacini.

Il processo di aggiornamento si è concluso con un generale affinamento delle superfici drenanti ed impermeabili. Si è adottata la procedura “Surface Area Take Off”, ovvero un automatismo attraverso il

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	12	34
	STANDARDIZZAZIONE				

quale il software di modellazione acquisisce le informazioni circa le superfici che compongono i singoli sottobacini direttamente dalla base cartografica di Hera.

E' stato necessario preparare la base cartografica in modo da creare, attraverso le diverse superfici definite, un unico shape file, costituito dagli shape file relativi agli edifici, al grafo stradale bufferizzato secondo un campo di ampiezza della carreggiata, le aree a verde pubblico, le aree ferroviarie.

E' stato quindi possibile attribuire la percentuale di ciascuna superficie di ciascun sottobacino in maniera proporzionale alla reale presenza nel sottobacino delle superfici.

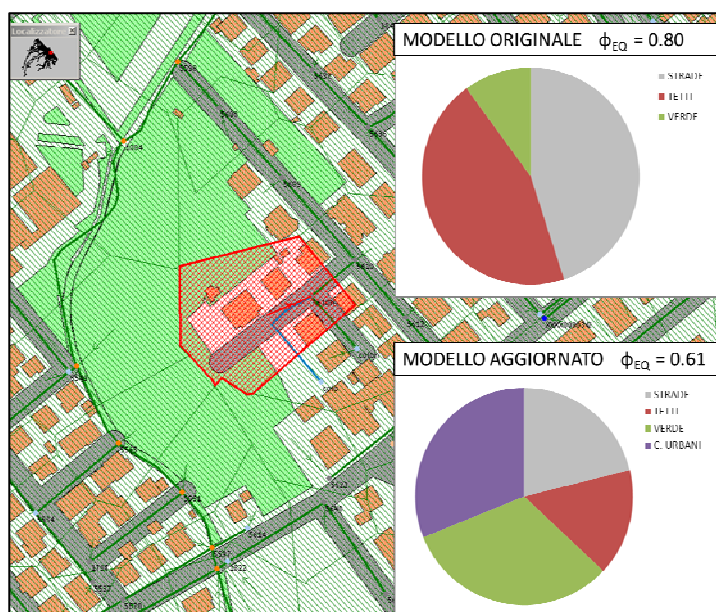


Figura 7. Analisi congiunta per la caratterizzazione delle superfici dei bacini.

3.2 CALIBRAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

Allo scopo di migliorare ulteriormente la confidenza del modello e per consentire una nuova calibrazione dei parametri, alla luce delle novità introdotte in seguito alla campagna di rilievo e a quella di approfondimento interno, è stata condotta, nell'estate 2013, una campagna di misura di portata, livelli e velocità in rete.

3.2.1 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Al fine di rendere ulteriormente affidabili le stime di modellazione, è stata quindi pianificata, al termine di un processo di condivisione con il Gestore, una campagna di monitoraggio in fognatura attraverso la posa di strumenti portatili tipo area- velocity, capaci di determinare la portata reflua tramite l'integrazione, sulla geometria della sezione liquida rilevata, del campo di velocità misurato. Questo è uno dei sistemi trasportabili più accurati per la misura della portata progettata per l'applicazione temporanea di lunga durata in canali aperti, come collettori di raccolta delle fognature, e in condotte delle reti di drenaggio. L'alimentazione a batteria permette campagne di misura accurate garantendo la massima flessibilità d'utilizzo. La portata non può essere direttamente osservata come invece il campo di velocità e il livello raggiunto nel collettore

La tecnica utilizzata dallo strumento nella campagna di misure in oggetto è quella del water-ultrasonic

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	13	34
STANDARDIZZAZIONE					

(misura a ultrasuoni in acqua integrato al sensore con misurazione dal basso). L'installazione della strumentazione prevede il posizionamento sul fondo della tubazione di una scarpetta su cui sono posizionati i sensori di misura del tirante e della velocità.

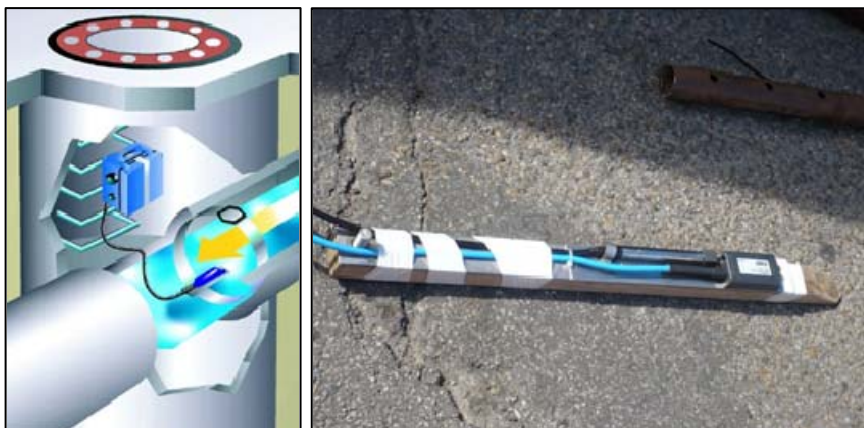


Figura 8. Campagna di monitoraggio 2013, esempi di installazione strumenti.

La misura della velocità avviene mediante un secondo sensore a ultrasuoni secondo il principio di "correlazione trasversale". Questo emette un'onda ultrasonica in direzione contraria al flusso che verrà riflesso dalle particelle solide in sospensione e dalle bolle di gas la cui presenza nel fluido è indispensabile per la misurazione. Il sensore presenta la doppia funzionalità di trasmettitore-ricettore dell'impulso.



Figura 9. Campagna di monitoraggio 2013, esempi di installazione strumenti.

Nella scelta dei punti in cui installare i misuratori di portata sono stati seguiti tre criteri fondamentali ed uno generale:

- È necessario scegliere punti non troppo lontani da un pluviometro, per poter minimizzare gli errori di misura della precipitazione, dovuti alla fisica distanza fra gli strumenti;
- Si sono scelte sezioni che fossero a chiusura delle fosse, per poter misurare punti di particolare importanza ed interesse;
- Si sono scelte sezioni che permettessero di discriminare il contributo dal forese, rispetto al contributo dell'urbanizzato;
- Si sono scelte sezioni che fossero a chiusura di bacini non collegati a monte con altri bacini e

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	14	34
STANDARDIZZAZIONE					

che fossero caratterizzati da un tessuto omogeneo (i.e. urbanizzato denso, urbanizzato poco denso, ...), per poter stimare al meglio le caratteristiche idrologiche di superfici omogenee.

Sono stati identificati dieci punti rispondenti alle caratteristiche di cui sopra e per i quali fosse effettivamente possibile installare gli strumenti.

Circa a metà del periodo di monitoraggio, il misuratore RO10 è stato spostato in una nuova posizione, chiamata RO11.

Si riporta nel seguito l'elenco completo degli strumenti installati, con l'indicazione della località, geometria e materiale della condotta.

ID punto di misura	Località	Geometria condotta	Materiale	Dimensione DxH (mm)
RO01	Rodella	circolare	cls	500x500
RO02	Rodella	scatolare	cls	3130x1150
RO03	Rodella	altro	cls	4219x1450
RO04	Rodella	altro	cls	3430x1440
RO05	Colonnella II	altro	cls	5000x1350
RO06	Colonnella II	scatolare	cls	1050x815
RO07	Mavone	vigentino	cls	1700x1282
RO08	Ausa	vigentino	cls	2595x1916
RO09	Colonnella I	circolare	cls	1000x1000
RO10	Colonnella I	circolare	cls	500x500
RO11	Mavone	scatolare	cls	1300x1500

Tabella 3. Localizzazione strumenti, campagna di monitoraggio 2013.

Dall'installazione degli undici punti di misura nella rete di fognatura di Rimini sono derivate le misure di livello (osservate in mm), velocità (in m/s) e portata (in m³/s) registrate da metà del mese di luglio fino a fine ottobre (mentre per il punto di più recente installazione RO11 le misure partono da metà settembre).

Di seguito si riporta, a titolo di esempio, l'andamento del tirante idrico in un collettore fognario in corrispondenza dei sensori installati per la misurazione, relativi ai tre mesi e mezzo di osservazione.

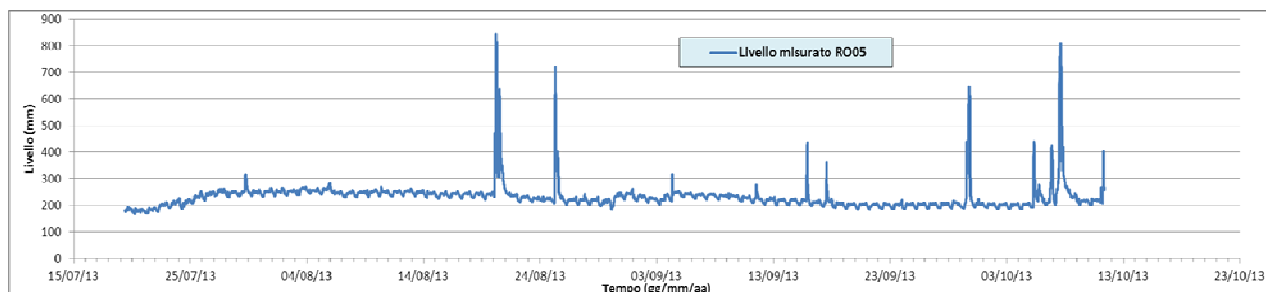


Figura 10. Livello misurato in condotta, campagna di monitoraggio 2013.

Al termine della fase di acquisizione delle misure di campo, si sono identificati gli eventi nei quali le misure erano più pulite ed estese, per identificare in questo modo, gli eventi meteo che più estesamente avevano interessato il territorio.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	15	34
STANDARDIZZAZIONE					

3.2.2 PLUVIOMETRIA

Il presente studio ha considerato e analizzato gli eventi pluviometrici che hanno interessato l'area del Comune di Rimini da Maggio a Ottobre 2013. I dati di precipitazione registrati dai pluviometri sono stati utilizzati come input al modello matematico nel processo di calibrazione dei parametri idrologici ed idraulici. Le simulazioni svolte hanno poi permesso, mediante il confronto fra i risultati elaborati e le misure ricavate dalla specifica campagna di monitoraggio, la calibrazione dei parametri idrologici del modello.

L'evoluzione spaziale e temporale di un evento, specie in periodo estivo, con precipitazioni molto intense e molto localizzate, come avvenuto in particolare negli ultimi anni (6 giugno 2011, 24 giugno 2013, 26 giugno 2014, per esempio), ha suggerito la necessità di aumentare il numero dei pluviometri disponibili, per ridurre l'incertezza nella rappresentazione del fenomeno stesso.

Dall'estate 2012 sono così disponibili dieci pluviometri, sette dei quali sono stazioni meteo con misura di velocità e direzione del vento; in particolare cinque sono fondamentali per la migliore lettura degli eventi sul territorio del Comune di Rimini, oggetto della revisione modellistica dell'estate 2013.



Figura 11. Localizzazione pluviometri sul territorio riminese. In blu gli strumenti installati nel 2012.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	16	34
STANDARDIZZAZIONE					

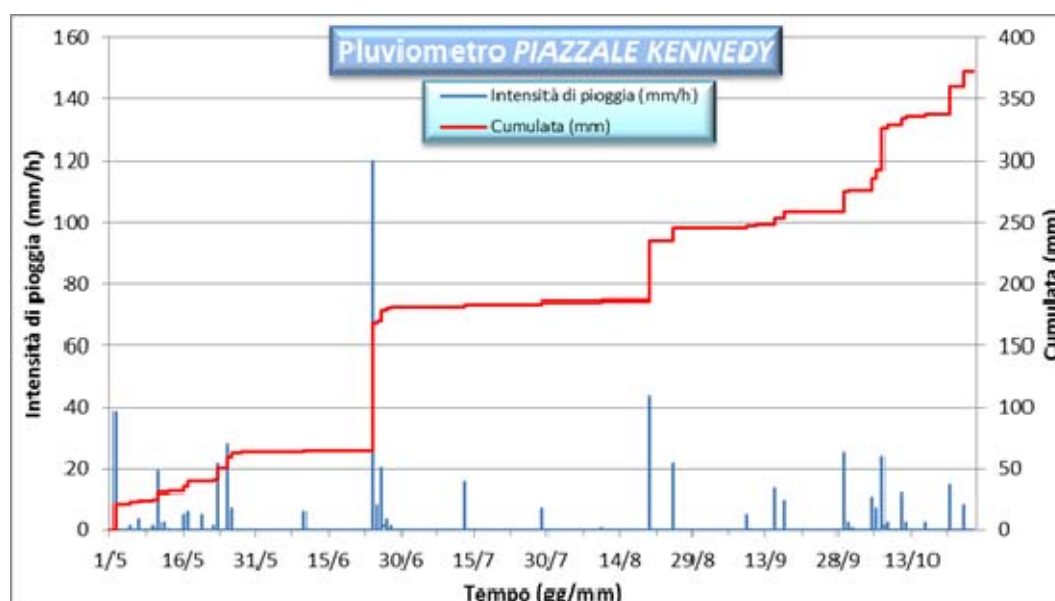


Figura 12. Pluviometria registrata dal pluviometro installato in P.le Kennedy, 2013.

Al termine dell'analisi degli eventi pluviometrici, in funzione del criterio di omogeneità geografica, e alla luce dei risultati della campagna di monitoraggio in campo, sono stati individuati gli eventi considerati più rappresentativi per la successiva campagna di calibrazione.

Tali eventi, con i relativi estremi di simulazione, sono riportati nella tabella sottostante.

n.	minimo inizio	massima fine	Durata (h)	INIZIO SIM	FINE SIM	Durata SIM (h)
1	20/08/2013 01:05	21/08/2013 04:40	27.58	19/08/2013 18:00	21/08/2013 18:00	48.00
2	25/08/2013 01:45	25/08/2013 14:50	13.08	25/08/2013 00:00	26/08/2013 00:00	24.00
3	05/10/2013 02:10	09/10/2013 02:30	96.33	04/10/2013 12:00	09/10/2013 12:00	120.00
4	20/10/2013 17:05	21/10/2013 16:50	23.75	20/10/2013 12:00	22/10/2013 00:00	36.00
5	24/10/2013 03:25	24/10/2013 10:35	7.17	23/10/2013 18:00	24/10/2013 18:00	24.00

Tabella 4. Eventi utilizzati per il processo di calibrazione.

3.2.3 ANALISI RISULTATI

Si riportano nel seguito alcuni dei grafici ottenuti al termine del processo di calibrazione dei parametri idrologici presenti nel modello.

Il processo di calibrazione ha preso in esame tutti i punti monitorati e cinque eventi pluviometrici, fra quelli registrati sul bacino, durante il periodo di monitoraggio.

Il processo di calibrazione, a valle delle considerazioni circa la distribuzione delle superfici all'interno dei singoli sottobacini, ha riguardato principalmente i coefficienti di afflusso delle singole superfici.

Il processo si è svolto secondo step successivi, partendo dalla configurazione denominata "0", ovvero quella prima dell'aggiornamento 2013, fino alla configurazione "3" che tiene in considerazione sia l'aggiornamento topologico delle reti, sia l'aggiornamento circa le superfici e i coefficienti di afflusso delle stesse. La configurazione finale dei parametri idrologici è quella che consente di avere il minore scarto fra dato simulato e dato osservato.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	17	34
STANDARDIZZAZIONE					

ID Tipologia Superficie	Descrizione	Tipo Modello	Coefficiente Ruscaldamento	Metodologia Afflussi/Deflussi	Tipo di Superficie	Pendenza Terreno (m/m)	Tipologia Perdite Iniziali	Valore Perdite Iniziali (m)	Fattore di Sottrazione Iniziale	Modello Ruscaldamento	Coeff. Affl / Deflusso Fisso
10	STRADE	Rel	30	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.95
20	TETTI	Rel	20	Fixed	Impervious	0.05	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.8
30	VERDE	Rel	10	Fixed	Pervious	0	Slope	0.00028	0	Wallingford	0.1
40	CORTILI	Rel	15	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	1
50	AREE FF. SS.	Rel	15	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.5
60	cortili extraurbani	Rel	15	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.45
70	cortili urbani	Rel	20	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.8
80	cortili forese	Rel	15	Fixed	Pervious	0	Slope	0.00028	0	Wallingford	0.26
90	cortili urbani forese	Rel	30	Fixed	Impervious	0	Slope	0.000071	0	Wallingford	0.9
100	cortili solo verde	Rel	10	Fixed	Pervious	0	Slope	0.00028	0	Wallingford	0.14

Tabella 5. Eventi utilizzati per il processo di calibrazione.

I grafici riportati nel seguito rappresentano lo stadio finale cui si è giunti, al termine della campagna di monitoraggio, confronto e calibrazione.

Nella gran parte dei casi osservati, è possibile notare un miglioramento nelle performance di stima del modello, in seguito all'acquisizione delle azioni migliorative dell'estate 2013.

3.2.3.1 Bacino del RODELLA

Il collettore Rodella drena parte del forese, con sezione a cielo aperto, fino all'area dell'aeroporto; da qui, dopo un tratto intubato sotto la pista, torna a scorrere a cielo aperto per un piccolo tratto. A valle dell'aeroporto si trova la vasca di laminazione gestita dal Consorzio di Bonifica; dopo lo scaricamento di ingresso vasca, il collettore torna intubato fino alla sezione di chiusura. Il bacino della Fossa Rodella è caratterizzato quindi da due componenti nettamente distinte: la parte di forese e il bacino urbano.

Il collettore è stato monitorato con quattro punti di misura. Il primo è stato scelto per le caratteristiche di omogeneità, il secondo per cercare di discriminare il contributo del forese rispetto all'urbano; il terzo e il quarto, che fungono da punto di controllo, nascono dall'esigenza di monitorare la sezione di chiusura.

Nel seguito si riportano i grafici relativi ai punti RO02 e RO04.

Punto di misura RO02

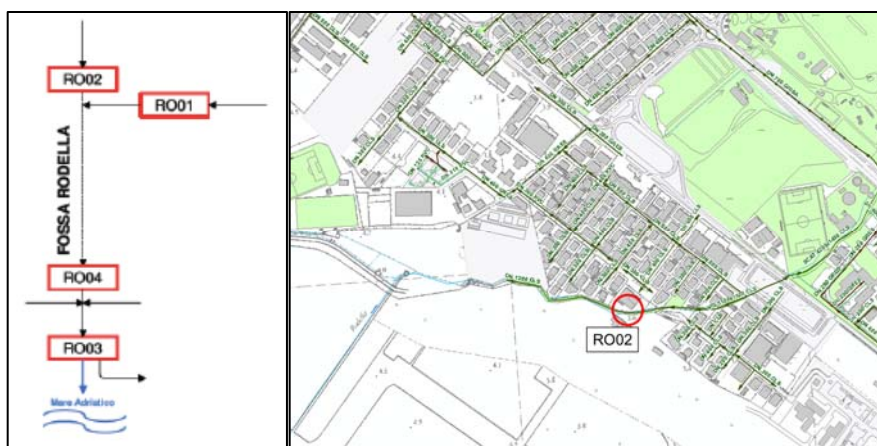


Figura 13. Localizzazione punto di misura RO02 e schema di flusso.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	18
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

Il punto di misura RO02 si trova sull'asta principale del collettore scatolare della Fossa Rodella, in prossimità dell'aeroporto.

Il punto scelto si trova al limite fra la parte di bacino drenato con caratteristiche tipicamente di tipo extraurbano-forese, e la parte di bacino con caratteristiche di tipo urbano. La scelta del punto risponde infatti alla necessità di distinguere i due contributi.

Nella figura sopra riportata è indicata la posizione del punto di misura sia in planimetria, sia in uno schema di flusso funzionale in cui sono riportati anche gli altri punti monitorati sul bacino del Rodella.

Il bacino è molto ampio, circa 870 ettari, ma è caratterizzato per circa l'80% di territorio di tipo forese: il coefficiente di afflusso equivalente è pertanto decisamente dalla parte del permeabile, circa 0.27.

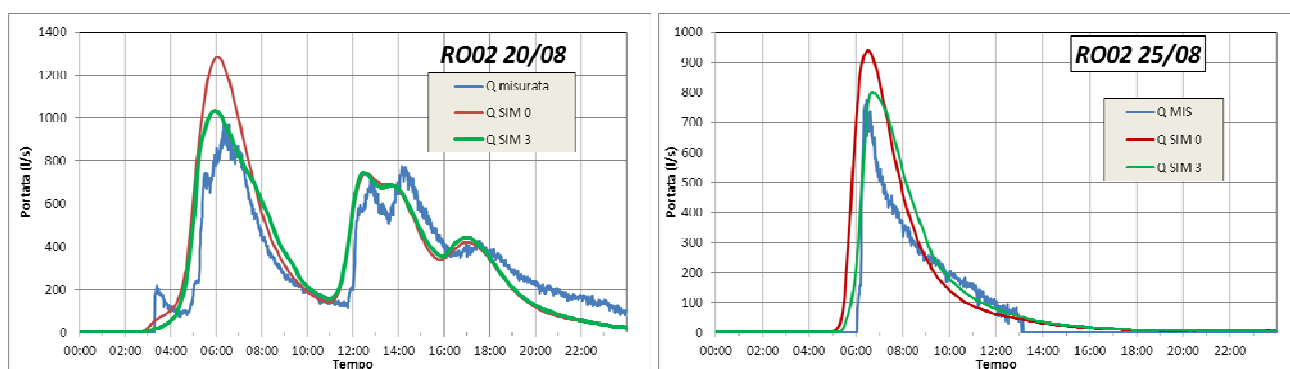


Figura 14. Grafici di calibrazione. Eventi del 20/08/2013 e del 25/08/2013

Punto di misura RO03

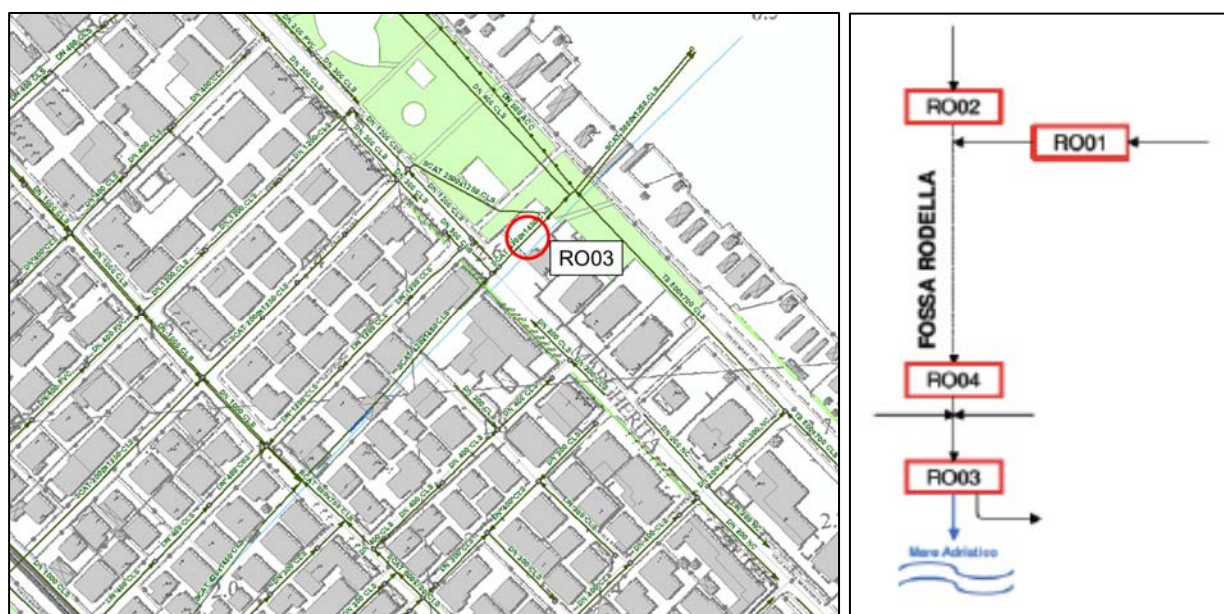


Figura 15. Localizzazione punto di misura RO03 e schema di flusso.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	19	34
STANDARDIZZAZIONE					

Il punto di misura RO03 è stato posto alla sezione di chiusura della Fossa Rodella. Il territorio complessivamente drenato è ampio, ma distinto in due componenti peculiari, il forese e il comparto urbano.

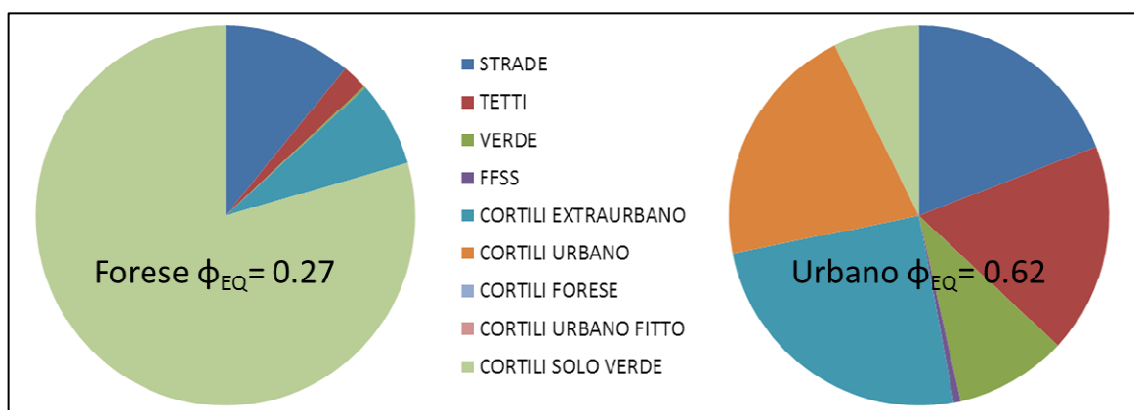


Figura 16. Evoluzione dei coefficienti di afflusso equivalenti nel processo di calibrazione.

Mentre il coefficiente di afflusso equivalente complessivo è pari a circa 0.39, dal confronto con il bacino del forese, caratterizzato da circa 0.27, si può desumere come la parte urbana abbia un coefficiente equivalente di 0.65, così come riassunto dal grafico sottostante che riporta la composizione della componente forese e della componente urbana.

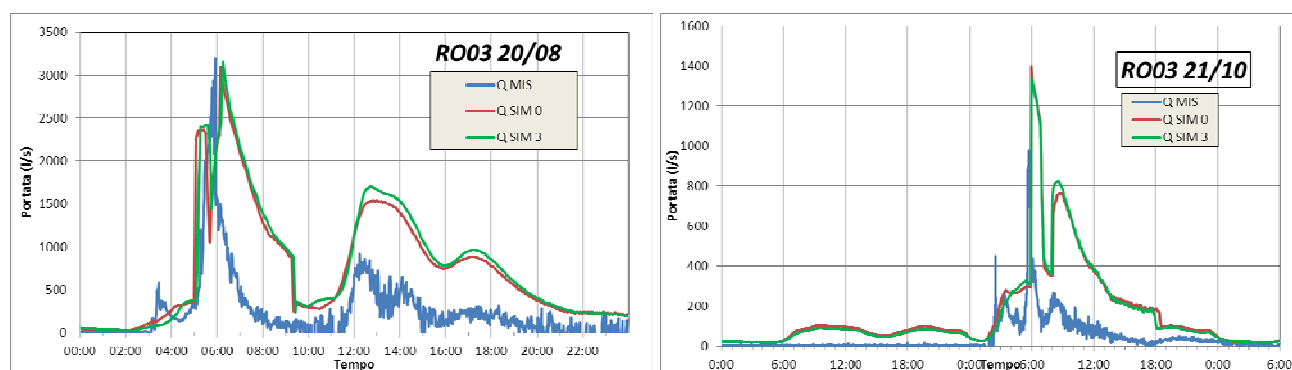


Figura 17. Grafici di calibrazione. Eventi del 20/08/2013 e del 21/10/2013.

3.2.3.2 Bacino delle COLONNELLE

A differenza del bacino del Rodella, quello delle Colonnelle è quasi privo di forese.

Nel caso della Fossa Colonnella II, quella più a sud, una grande vasca di laminazione delle portate (30.000 mc, presso il centro commerciale “Le Befane”) taglia nettamente il bacino a monte, riducendolo grossomodo fino all'altezza della SS. 16 Adriatica. Nel caso del Colonnella I, invece, il bacino a monte è di poco conto, in termini di estensione, sebbene fittamente urbanizzato.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	20
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

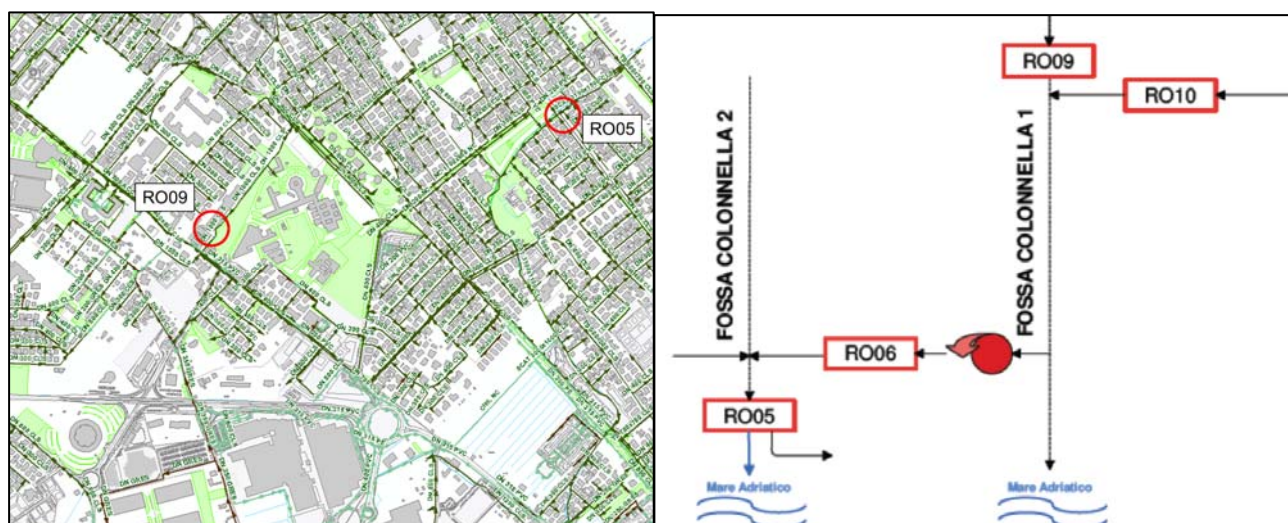


Figura 18. Localizzazione punto di misura RO09 e RO05 e schema di flusso.

Il territorio drenato è densamente abitato, come si vede dalla distribuzione delle superfici, come sopra descritto. Il punto di misura RO05 è posto alla sezione di chiusura del bacino del Colonnella II, la scelta risponde all'esigenza di voler monitorare il bacino nella sua interezza. Il punto RO09 invece si trova all'inizio del bacino del Colonnella II, è stato scelto per verificare le portate in arrivo a monte dell'Ospedale, zona in cui è stata realizzata una vasca di laminazione delle portate a protezione del comparto.

Per la calibrazione dei coefficienti di afflusso sono stati scelti i punti monitorati dagli strumenti denominati RO05, per il Colonnella II e RO09 per il Colonnella I.

Per entrambi, il calcolo del coefficiente equivalente ha portato a valori tipici di un territorio urbanizzato, intorno a 0.6.

Punto di misura RO05

La scelta del punto di misura RO05 risponde all'esigenza di voler monitorare l'intero bacino del Colonnella II. Il misuratore è stato collocato appena prima dell'asse ferroviario, a circa 200 dalla sezione di chiusura del bacino. Si è optato per questa scelta per questioni legate all'affidabilità della misura: la sezione di chiusura è caratterizzata dalla presenza di impianti di sollevamento, paratoie servocomandate, ecc, e dopo il sopralluogo, non è apparso essere un punto ideale di monitoraggio.

Il punto scelto si trova a poca distanza, in un tratto di scatolare privo di ostacoli e dal flusso laminare, sebbene di sezione ragguardevole (5000 x 1350mm).

Il bacino in oggetto è prettamente urbanizzato con coefficiente di afflusso equivalente pari a 0.59.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	21
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

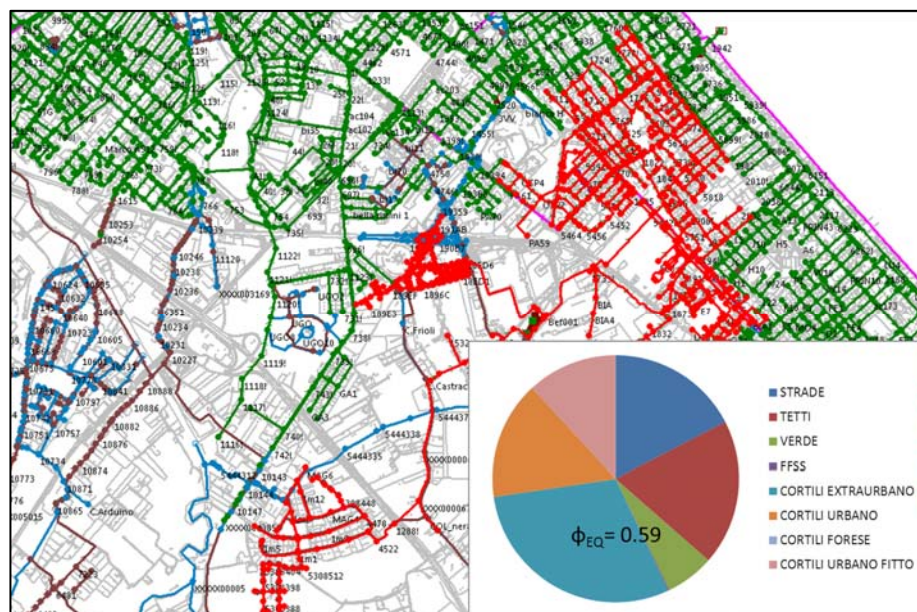


Figura 19. Bacino delle Colonnelle.

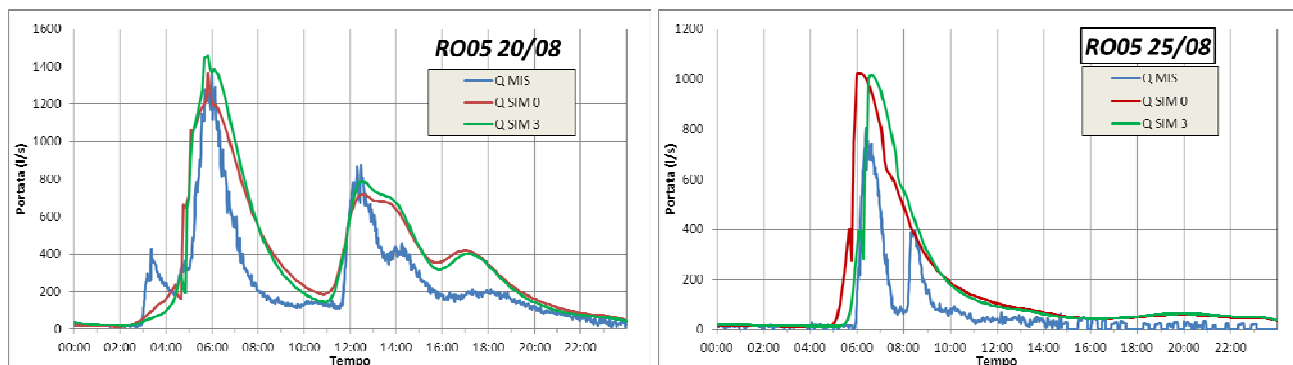


Figura 20. Grafici di calibrazione. Eventi del 20/08/2013 e del 25/08/2013.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	22
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

Punto di misura RO09

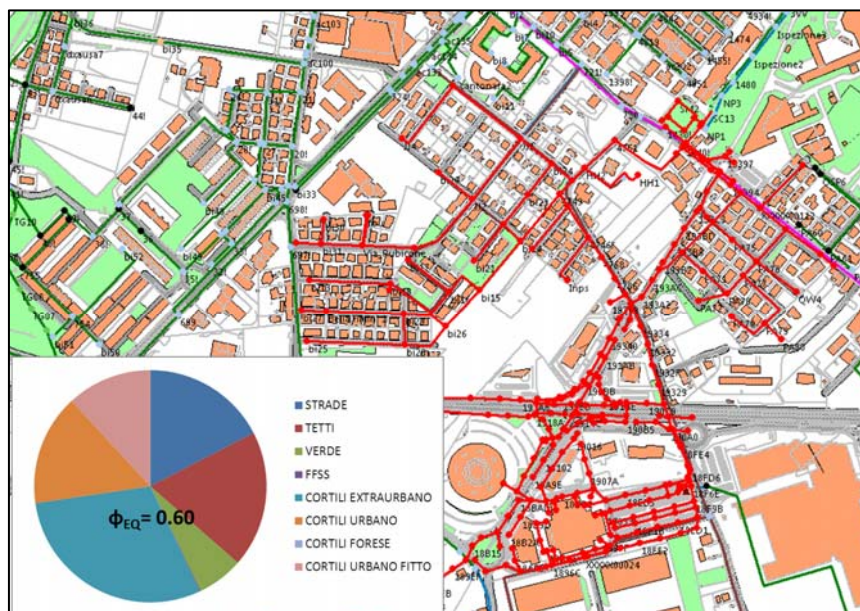


Figura 21. Bacino del misuratore RO09

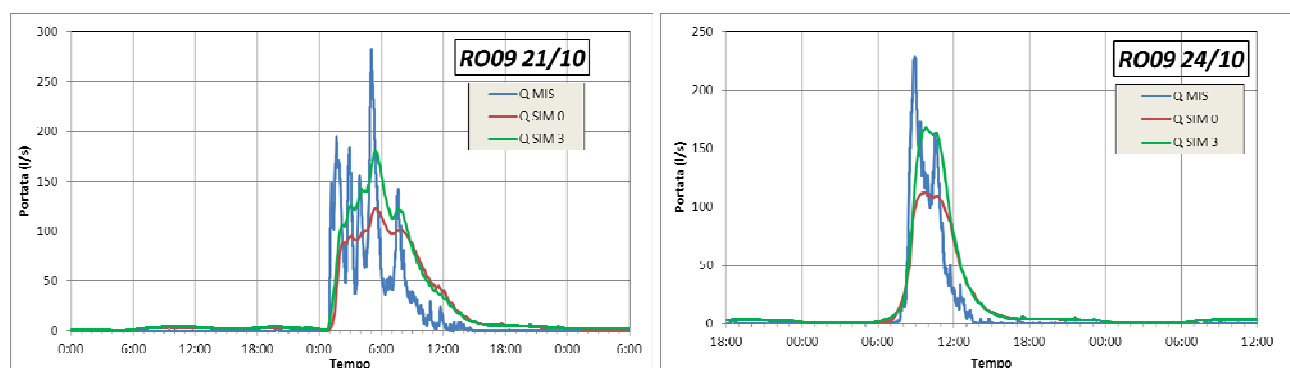


Figura 22. Grafici di calibrazione. Eventi del 21/10/2013 e del 24/10/2013.

3.2.3.3 Bacino dell'AUSA

L'Ausa è il corso d'acqua principale della zona sud di Rimini. Esso deriva dell'entroterra con un bacino decisamente importante. All'altezza dell'A14 è deviato completamente verso il Fiume Marecchia.

Dall'A14 fino alla sezione di chiusura a mare è di fatto il ricettore degli scarichi reflui e meteorici di tutto il bacino drenato. Al bacino proprio si aggiungono gli altri bacini della zona sud di Rimini tramite una serie di impianti di sollevamento in catena.

Il bacino proprio dell'Ausa riceve in sinistra idraulica tutti i contributi maggiori costituiti dalle vecchie fosse:

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	23
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

- Mavone Piccolo;
- Barattona;
- Patara;
- Fontana

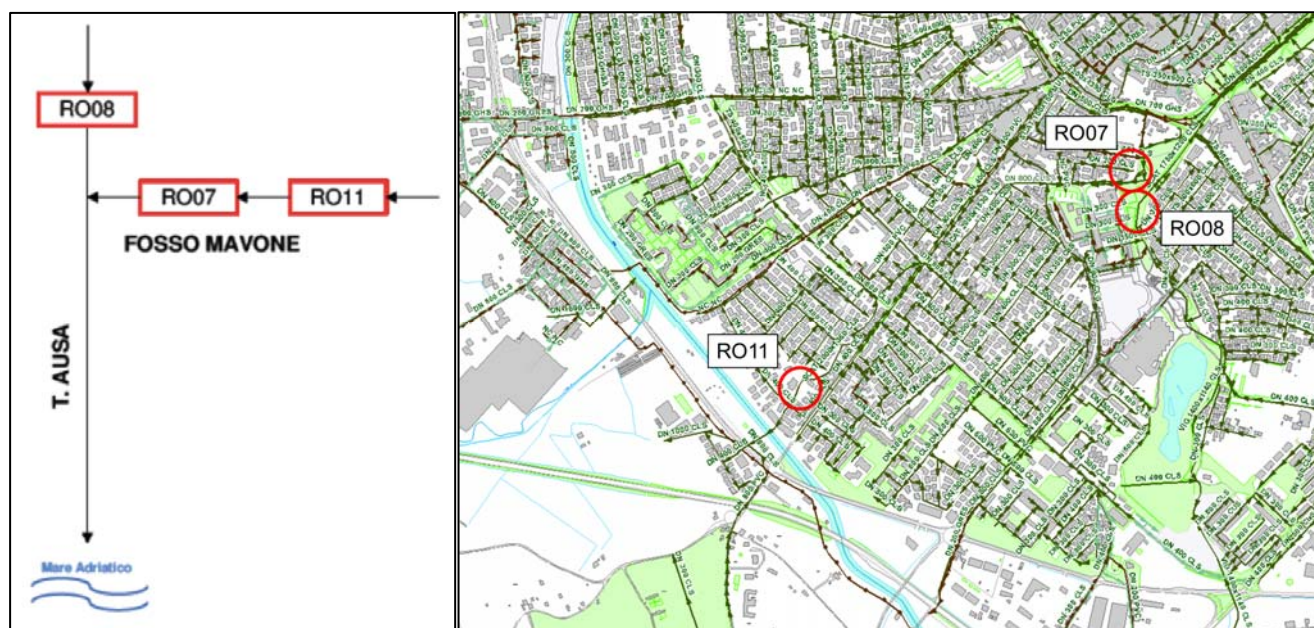


Figura 23. Localizzazione punto di misura RO07 e RO08, RO11 e schema di flusso.

Ai fini della calibrazione del modello si sono individuate tre installazioni, di cui una sul collettore AUSA in prossimità del parco di Via Bramante, e due sull'immissario Mavone Piccolo: una prima dell'immissione in AUSA (stesso parco di Via Bramante), e l'altra all'inizio del tratto urbano della fossa. Quest'ultima, in analogia con quanto fatto sul Rodella, ha lo scopo di discriminare la parte forese da quella urbana, sebbene, in questo caso specifico, anche la componente di forese è decisamente urbanizzata.

Il RO11 è stato installato per valutare le portate transitanti in quella sezione, allo scopo di valutare il posizionamento di uno scaricatore di piena, data la presenza del ricettore Deviatore AUSA.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	24
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

Punto di misura RO08

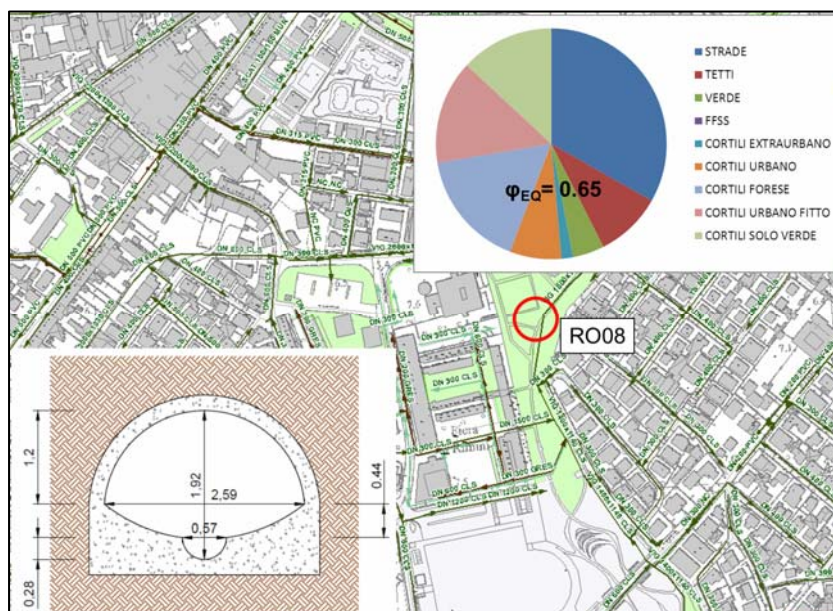


Figura 24. Bacino del misuratore RO08.

Il punto installato si trova sul collettore AUSA, sezione rilevata riportata in figura, e rappresenta tutto il bacino proprio dell'AUSA, dal tratto a cielo aperto che si diparte dal Deviatore (vecchio tracciato del Torrente AUSA) fino a detta sezione. Si tratta di un bacino di circa 273 ettari con caratteristiche prettamente urbane, così come esplicitato dal coefficiente di afflusso equivalente pari a 0.65.

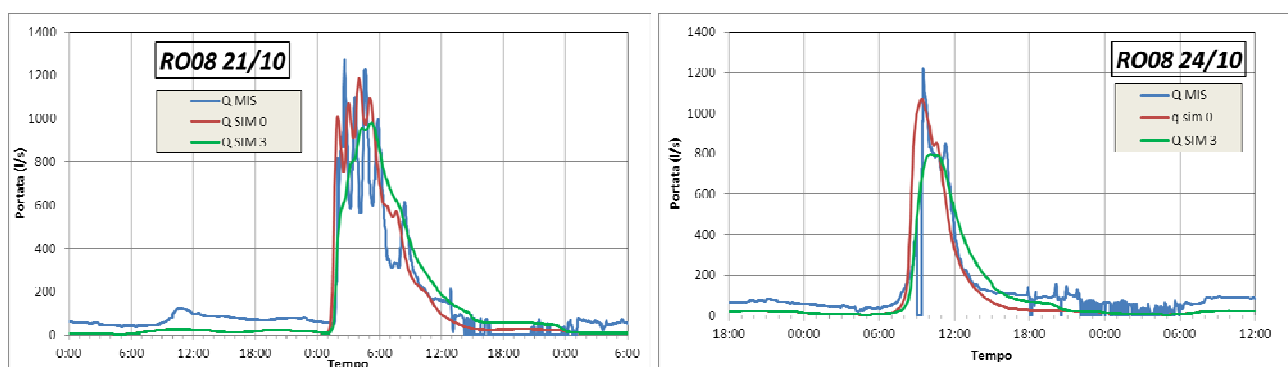


Figura 25. Grafici di calibrazione. Eventi del 21/10/2013 e del 24/10/2013.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	25
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

Punto di misura RO11

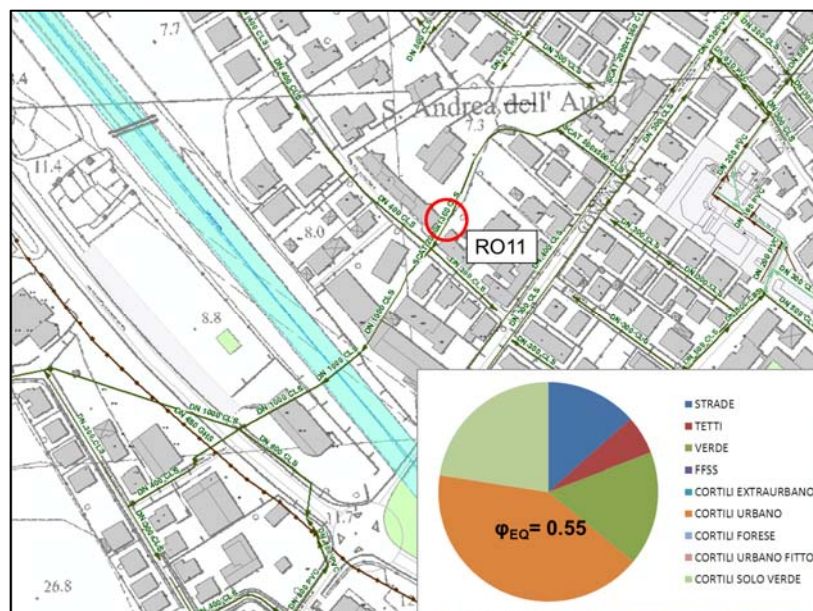


Figura 26. Bacino del misuratore RO11.

Lo strumento in questione è stato installato solo in settembre, pertanto si riportano solo i grafici degli eventi di ottobre registrati.

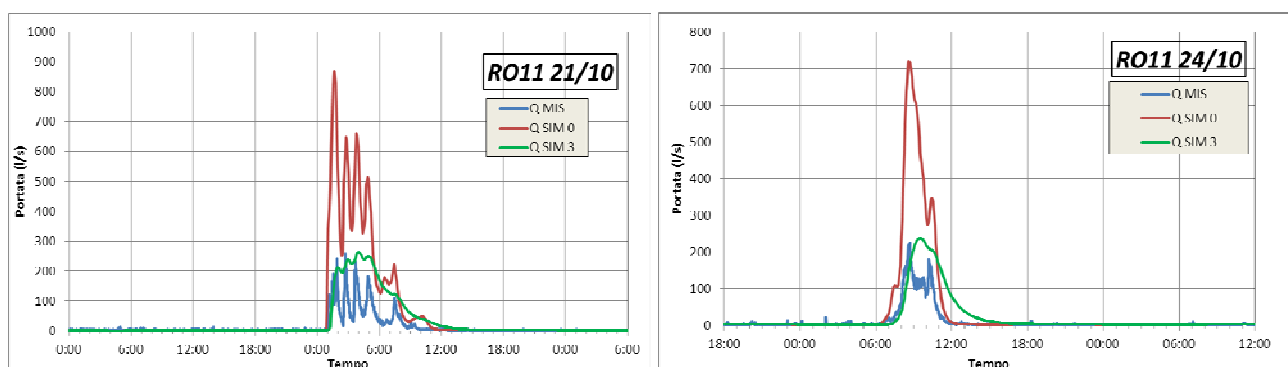


Figura 27. Grafici di calibrazione. Eventi del 21/10/2013 e del 24/10/2013.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	26
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

Punto di misura RO07

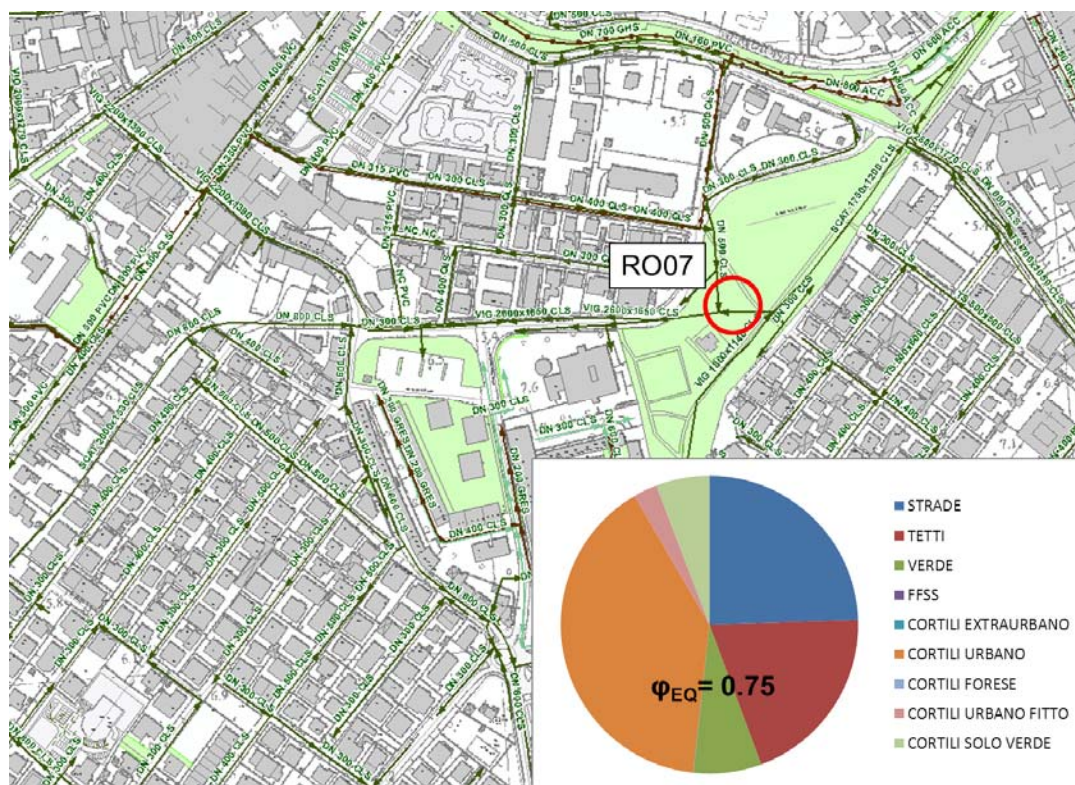


Figura 28. Bacino del misuratore RO07.

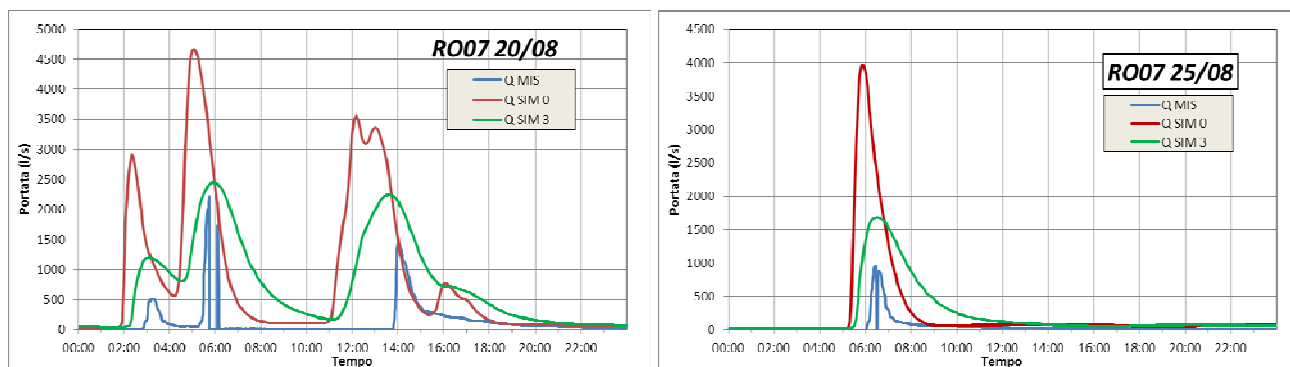


Figura 29. Grafici di calibrazione. Eventi del 20/08/2013 e del 25/08/2013.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	27	34
STANDARDIZZAZIONE					

4 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ACCUMULO E RILANCIO A MARE

4.1 CARATTERIZZAZIONE DEL REFLUO

Le valutazioni degli aspetti di qualità, nei modelli matematici di drenaggio urbano, considerano fondamentalmente due processi: quelli che riguardano il refluo in fognatura, caratterizzato da concentrazioni per lo più costanti e dai fenomeni di deposizione/ accumulo e di erosione/ dilavamento entro i condotti, di cui si è detto sopra, ed i fenomeni di deposizione ed accumulo sulle superfici del bacino, soggette al dilavamento operato dalle piogge.

Per la valutazioni degli aspetti di qualità quindi, è necessario caratterizzare qualitativamente sia il refluo, sia le superfici dei bacini.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del refluo sono stati utilizzati valori già utilizzati per le analisi modellistiche alla base della redazione del Piano di Indirizzo della Provincia di Rimini cui già si è accennato.

Tali valori sono desunti dai quaderni di gestione e sono in linea con i valori che si trovano usualmente in letteratura.

A tali parametri è stato necessario aggiungere anche il valore della concentrazione del parametro Escherichia Coli.

Per la valutazione dell'evoluzione della concentrazione del parametro Escherichia Coli, parametro indicatore delle contaminazione fecale nelle acque di balneazione (e non solo, ovviamente), all'interno del refluo fognario, in seguito ad eventi pluviometrici, si è fatto ricorso a dati di letteratura e ad alcune campagne svolte nel corso degli ultimi anni da Arpa Emilia Romagna all'interno del progetto "Prevalbalneazione".

In letteratura si trovano valori medi di Escherichia Coli nel refluo fognario pari a 10^6 - 10^8 UFC/ 100 ml. Il batterio E. Coli è necessariamente soggetto ad un suo ciclo di vita che prevede nascita, evoluzione, riproduzione e morte.

Ai fini della sicurezza, data la grande variabilità dei fenomeni in gioco, si è tuttavia optato per considerare tale parametro come conservativo e quindi non soggetto ad alcuna legge di decadimento, all'interno della fognatura.

Il tracciante conservativo rappresentante il batterio Escherichia Coli, risulta pertanto avere concentrazione costante, all'interno della rete fognaria.

Essendo poi di origine umana e considerato il principale indicatore della contaminazione fecale delle acque, si è considerato pari a zero l'apporto alla concentrazione dello stesso dovuto al dilavamento delle superfici dei bacini contribuenti.

La concentrazione dell'E. Coli è pertanto costante all'interno della rete fognaria e soggetta alla sola diluizione operata dall'ingresso in fognatura di portate conseguenti ad eventi meteorici.

La concentrazione del tracciante conservativo utilizzato per simulare l'evoluzione del parametro Escherichia Coli nella fognatura di Rimini è stata assunta pari a 10^7 UFC/100 ml.

Nello specifico, quindi, i valori utilizzati sono i seguenti:

- 140 mg/l per i solidi sospesi totali (SST);
- 530 mg/l per il COD;
- 250 mg/l per il BOD₅;
- 10^7 UFC/100 ml per l'Escherichia Coli.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione dei parametri idrologici dei bacini oggetto del dilavamento operato dalle piogge durante gli eventi, in mancanza di una campagna specifica di campionamento qualitativo e successiva analisi, ci è attenuti ai valori di default del software, peraltro in analogia con quanto fatto anche nel Piano di Indirizzo della Provincia di Rimini.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	28	34
STANDARDIZZAZIONE					

	Title						
	Title	Default washoff					
	BuildupPar	BuildupPar	0.080				
	ErosionPar	ErosionPar	700000000	1.900	29.000		
	PollRec	Pollutants	bod	cod	tkn	nh4	
	PFEqnRec	PFEqn	bod_std	0.780	0.000	-0.572	0.000
	PFEqnRec	PFEqn	cod_std	3.470	0.000	-0.419	0.000
	PFEqnRec	PFEqn	tkn_std	0.070	0.800	-0.600	0.001
	PFEqnRec	PFEqn	bod_mixed	0.170	0.900	-0.700	0.050
	PFEqnRec	PFEqn	cod_mixed	0.930	0.500	-0.700	0.440
	PFEqnRec	PFEqn	zero	0.000	0.000	0.000	0.000
	PFGrpRec	PFEqnGrp	standard	bod_std	cod_std	tkn_std	zero
	PFGrpRec	PFEqnGrp	mixed	bod_mixed	cod_mixed	tkn_std	zero
	GPEqnRec	GPEqn	bod_a	6.300	2.800		
	GPEqnRec	GPEqn	bod_b	15.300	1.300		
	GPEqnRec	GPEqn	bod_c	77.900	0.800		
	GPEqnRec	GPEqn	cod_a	67.300	10.800		
	GPEqnRec	GPEqn	cod_b	118.300	18.800		
	GPEqnRec	GPEqn	cod_c	274.600	19.500		
	GPEqnRec	GPEqn	nh4_std	0.300	0.100		
	GPEqnRec	GPEqn	zero	0.000	0.000		
	GPGrpRec	GPEqnGrp	a	bod_a	cod_a	zero	nh4_std
	GPGrpRec	GPEqnGrp	b	bod_b	cod_b	zero	nh4_std
	GPGrpRec	GPEqnGrp	c	bod_c	cod_c	zero	nh4_std
	Surface df	Surface	1	4.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	2	8.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	3	1.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	4	10.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	5	0.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	6	10.000	standard	a	0.000500
	Surface df	Surface	7	25.000	standard	c	0.000500
	Surface df	Surface	8	25.000	standard	c	0.000500
	Surface df	Surface	9	35.000	standard	c	0.000500
	Surface df	Surface	10	35.000	standard	c	0.000500
	Surface df	Surface	11	6.000	mixed	b	0.000500
	Surface df	Surface	12	6.000	mixed	b	0.000500
	Sediment	Sediment	sf1	0.200	1.800		
	Sediment	Sediment	sf2	0.040	1.700		

Tabella 6. Parametri di qualità.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	29
STANDARDIZZAZIONE				

4.2 PLUVIOMETRIA DI RIFERIMENTO

In analogia e in continuità con le valutazioni presenti nel Piano Generale delle Fognature di Rimini, al fine di sollecitare il modello con piogge analoghe a quelle utilizzate per le valutazioni alla base del Piano Generale delle Fognature come forzante pluviometrica, sono state considerate le valutazioni statistiche alla base dello stesso piano.

Si rimanda pertanto allo “*Studio pluviometrico, idrografico e delle portate di piena*”, parte del Piano stesso.

Le elaborazioni statistiche contenute in tale documento portano alla determinazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica rappresentate in figura, e ai relativi valori della coppia di coefficienti (a, n) della relazione monomia fra altezza di pioggia attesa, e durata della precipitazione, in funzione del tempo di ritorno considerato nell'elaborazione stessa.

In particolare, per il bacino riminese, i coefficienti desunti dallo “*Studio pluviometrico, idrografico e delle portate di piena*”, per le piogge orarie di riferimento, sono i seguenti:

TR (anni)	a	n
2	24.888	0.298
5	35.666	0.275
10	43.206	0.267

Tabella 7. Coefficienti CSPP Rimini, Piano Generale delle Fognature.

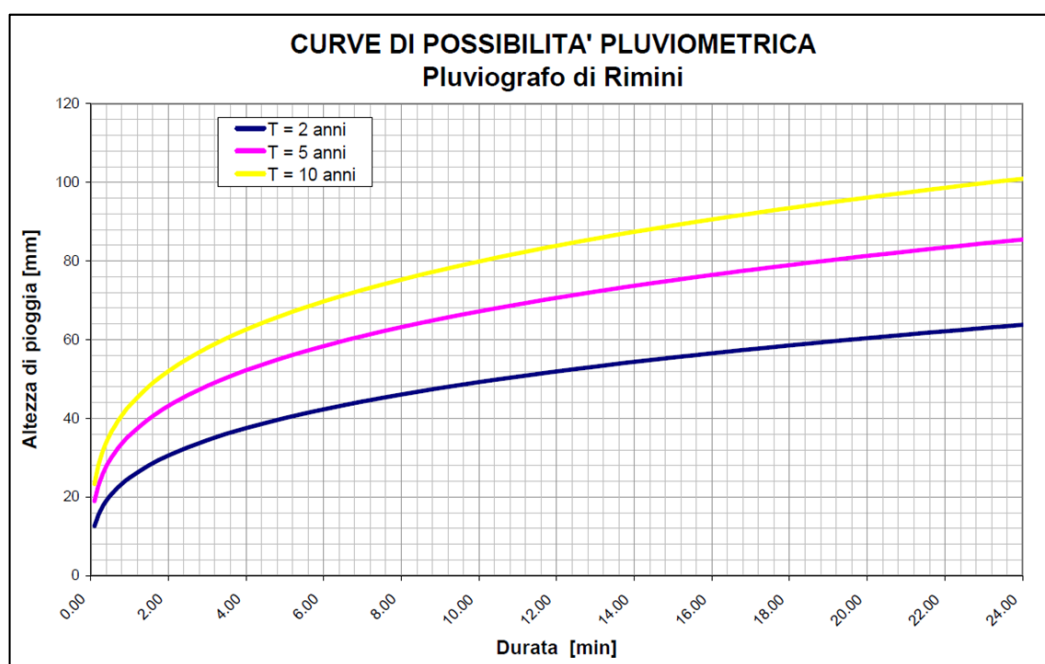


Figura 30. CSPP Rimini, Piano Generale delle Fognature.

Sulla base di tali valori, è stato ricavato lo ietogramma di tipo Chicago, di durata un'ora. Si è scelto di utilizzare per tutti i bacini, per le reti principali, come per quelle di diametro minore, il tempo di ritorno pari a 10 anni.

Per l'elaborazione dello ietogramma Chicago si sono usati in ingresso i seguenti dati:

- coefficienti a, n, dalla curva di possibilità pluviometrica contenuta nello studio citato, per il tempo di ritorno di 10 anni;
- durata dello ietogramma pari ad un'ora e picco dello ietogramma centrato.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	30
STANDARDIZZAZIONE				

Sulla base delle scelte effettuate, lo ietogramma risultante, utilizzato nelle simulazioni, è quello riportato in figura.

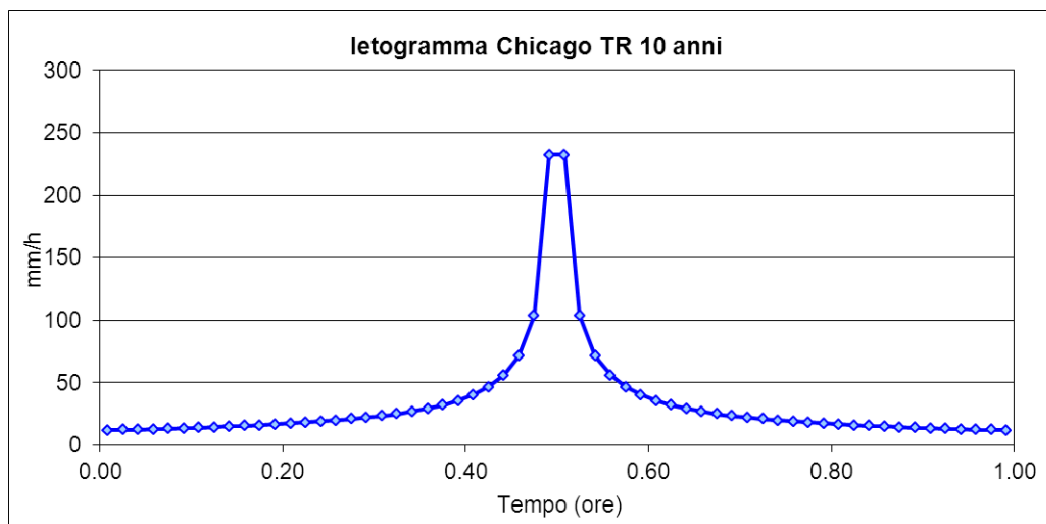


Figura 31. Ietogramma Chicago per il territorio di Rimini.

4.3 CONTESTUALIZZAZIONE VASCA AUSA CON IL SISTEMA DI VASCHE A MARE

La soluzione ipotizzata per affrontare la questione della balneazione nella zona Sud prevede la realizzazione di volumi di accumulo alla sezione di chiusura sui bacini Rodella, Colonnella II e Colonnella I, e il rilancio delle portate alla vasca Ausa per il successivo scarico in mare mediante condotta sottomarina.

Tale sistema di vasche e successivi rilanci, mutuato dallo schema di funzionamento dell'analogo sistema alla sezione di chiusura dell'Ausa, è schematizzato nella figura seguente.

Nel dettaglio la soluzione ipotizzata si concretizza nel:

- mantenimento degli attuali sistemi di prima pioggia, alla sezione di chiusura delle fosse Rodella, Colonnella II e Colonnella I;
- realizzazione nelle suddette sezioni di chiusura di un sistema costituito da una vasca e da un impianto di sollevamento in grado di rilanciare alla vasca della fossa limitrofa;
- realizzazione del collegamento idraulico fra le vasche.

La vasca di laminazione Ausa, con il relativo pompaggio e le condotte sottomarine, di cui al presente progetto, costituiscono il recapito finale di tale sistema di vasche e rilanci in serie.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	31
STANDARDIZZAZIONE				
Di (Last)				
34				

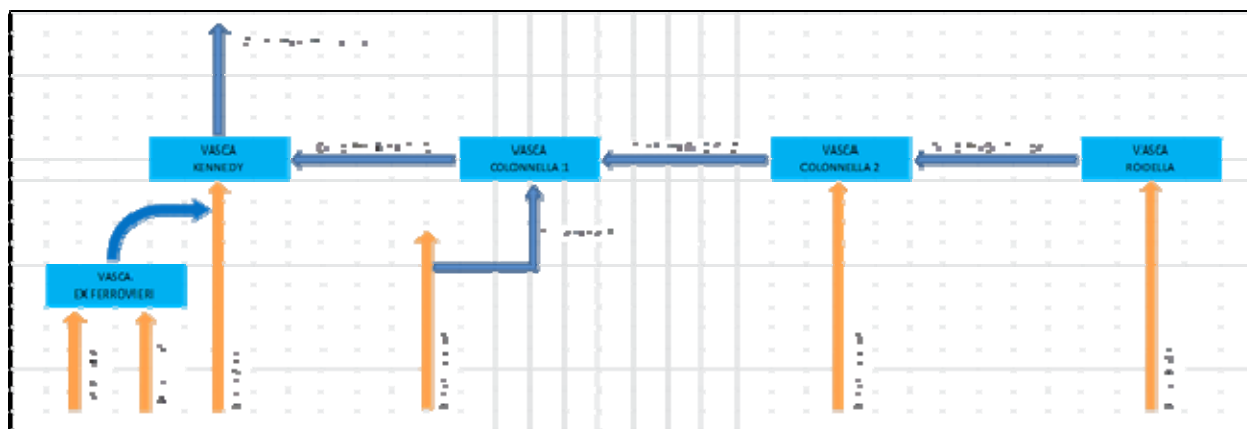


Figura 35. Sistema delle vasche alla sezione di chiusura delle fosse principali.

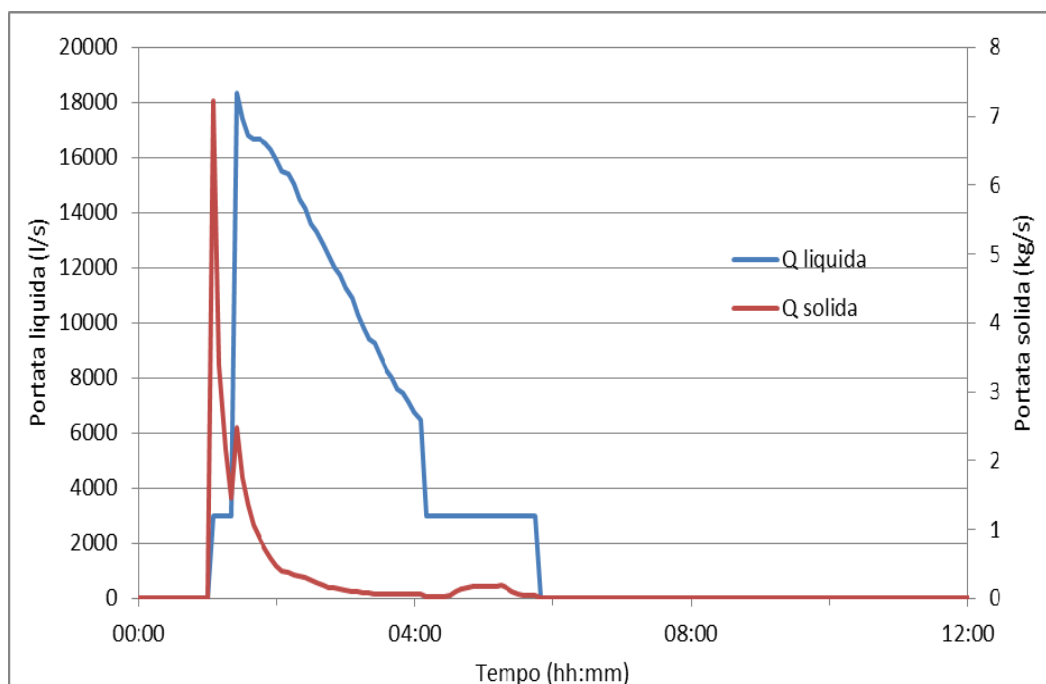
In questa fase della progettazione, la mandata dall'impianto idrovoro che sarà abbinato all'opera di laminazione e prima pioggia presso la fossa Colonnella I, sarà collegata direttamente al torrino di carico cui è connessa la condotta a mare. In questo caso si avrà necessariamente che la portata totale che interesserà la condotta sarà data dalla somma delle potenzialità degli impianti idrovori da realizzarsi presso l'Ausa e presso la Fossa Colonnella I, pari quindi a 18.000 l/s.

4.4 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA VASCHE-IDROVORA

Definite le caratteristiche idrologico-idrauliche del bacino e la forzante pluviometrica di progetto, il modello è stato sollecitato assegnando tale forzante a tutti i pluviometri presenti sul bacino.

Statisticamente i fenomeni intensi sono geograficamente molto localizzati; è pertanto raro che una pioggia si presenti identica e contemporanea su tutte le porzioni di bacino. Si è operata quindi la scelta di distribuire l'evento di progetto in maniera uniforme e contemporanea su tutto il bacino, ritenendo tale assunzione a favore di sicurezza.

Considerato quindi l'idrogramma ed il pollutogramma in arrivo alla sezione di chiusura, è possibile condensare entrambe le curve nel medesimo grafico (Figura 32).



	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	32
STANDARDIZZAZIONE				

Figura 32. Evoluzione nel tempo dell'evento di progetto alla sezione di chiusura, in termini di portata liquida (curva in blu) e portata solida di COD disciolto (curva in rosso).

Sulla base degli input progettuali derivanti da una serie di vincoli di tipo urbanistico e realizzativi, che hanno portato alla progettazione di una volumetria costituita da due vasche fisicamente separate, si è verificata in primo luogo l’efficacia in termini di abbattimento del comparto di prima pioggia

La scelta del doppio volume, in vece della volumetria unica, così come meglio evidenziato nella Relazione Illustrativa Generale, nasce principalmente dall’esigenza di mantenere nella sua attuale sede, lo scatolare che costituisce il percorso del Torrente Ausa. Il comparto di prima pioggia sarà pertanto collocato in sinistra idraulica mentre quello di laminazione, di volumetria maggiore, troverà collocazione in destra idraulica.

Il grafico di Figura 33 permette di comprendere l’evoluzione dell’evento in termini di volumi e in termini di masse veicolate.

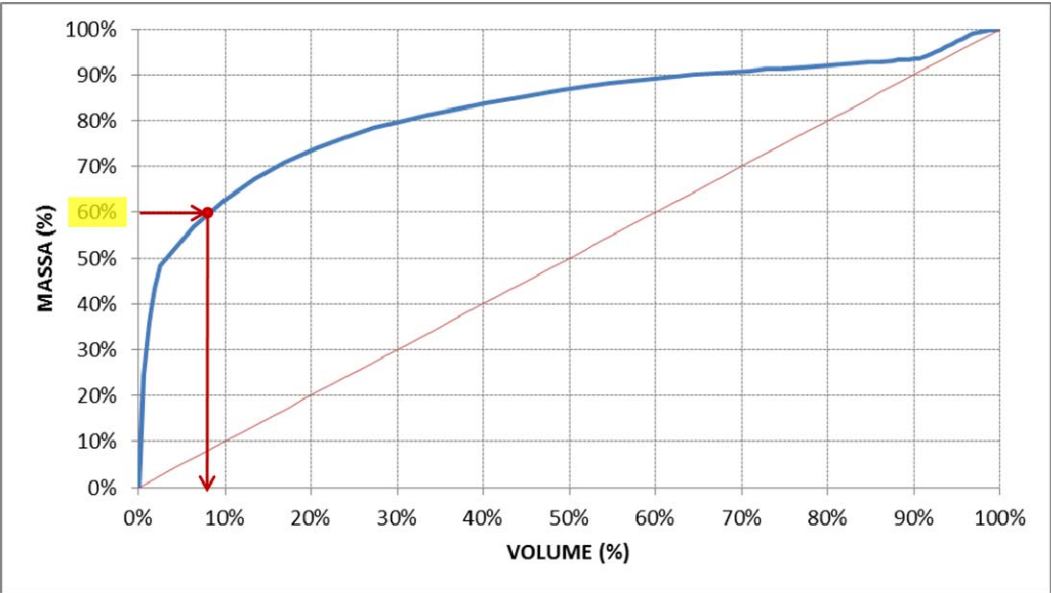


Figura 33. Evoluzione dell'evento di progetto alla sezione di chiusura, in termini di volumi e di masse

Il grafico, di facile lettura, permette di osservare come, gli istanti iniziali del deflusso siano percentualmente i più carichi, in termini di masse veicolate. Si vede come il primo 10% del deflusso veicoli più del 60% della massa totale dell’intero evento. Un ulteriore incremento del 10% in termini di volume, comporta un aumento, in termini di masse sversate, solo di un ulteriore 10%. Incrementi ulteriori in termini di volumi comportano via via incrementi sempre minori in termini di masse veicolate.

Il grafico è in linea con quanto presente in letteratura circa il fenomeno del First Flush, ovvero il concetto, alla base della determinazione dei volumi delle vasche di prima pioggia, secondo il quale la prima parte del deflusso contiene la maggior parte della massa di inquinanti veicolati.

Come è possibile verificare dal grafico di Figura 33, a fronte di un volume di prima pioggia previsto di circa 13.000 mc, si registra una cattura stimata dei solidi pari a circa il 60% rispetto alla massa totale scaricata nel corso dell’evento stesso. Tale abbattimento è da considerarsi in aggiunta all’esistente volume di 5.000 mc presso Piazza Medaglie d’Oro.

Definito quindi il volume di prima pioggia cui segue la performance di abbattimento del 60% circa

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
		G14017904	0	33
STANDARDIZZAZIONE				

dell'intero evento, attraverso la modellazione matematica è stato possibile valutare, sulla base dell'idrogramma calcolato alla sezione di chiusura, il volume di laminazione necessario a contenere l'evento.

La soluzione ipotizzata per gestire le portate in arrivo alla sezione di chiusura dell'Ausa, prevede la realizzazione di un complesso impiantistico che vede accoppiato un volume di accumulo ed un impianto di sollevamento atto ad allontanare al largo, per mezzo di una condotta sottomarina, le portate eccedenti la capacità di accumulo.

I due elementi, riassumibili attraverso una coppia di valori, ovvero la potenzialità dell'impianto di sollevamento e la volumetria complessiva della vasca, sono strettamente dipendenti.

Definita quindi la forzante pluviometrica comune a tutte le opere del PSBO, è stato possibile determinare, attraverso diversi scenari di simulazione, una serie di coppie (potenzialità impianto di sollevamento, volume complessivo vasche) che permettono di individuare una delle due grandezze, definita l'altra.

Tale rapporto di dipendenza è riassunto nella figura seguente.

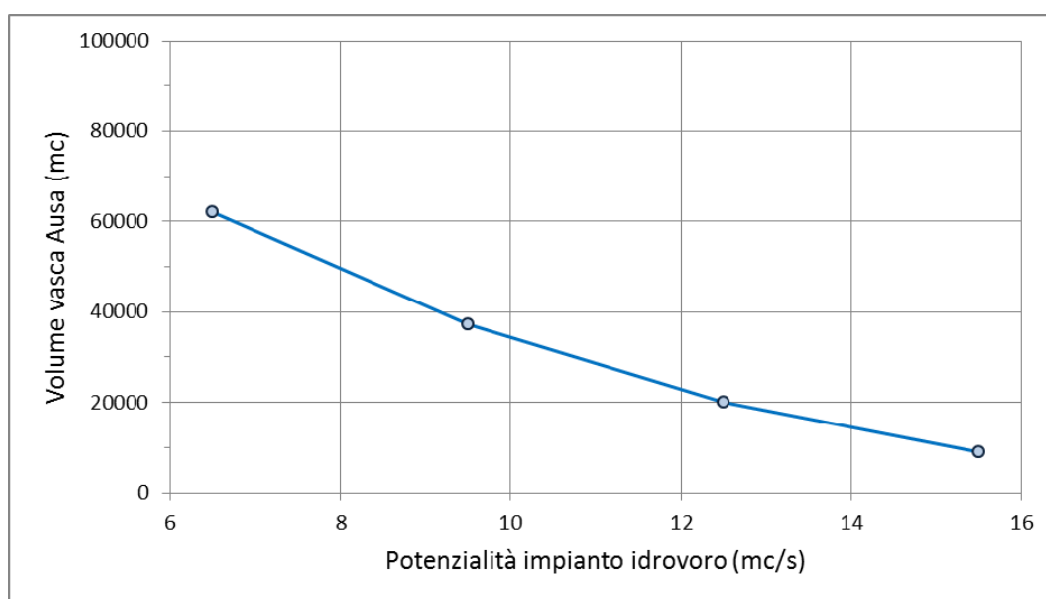


Figura 34. Inviluppo di diversi scenari di simulazione.

Osservando il grafico segue che, ad esempio, sarebbe possibile gestire la portata in arrivo alla sezione di chiusura in concomitanza di un Chicago di 10 anni di tempo di ritorno, durata un'ora, picco centrato, con un sistema di idrovore di potenzialità complessiva di 9,5 mc/s, associato ad un volume di circa 40.000 mc.

Allo stesso modo, comprensibilmente, un volume di 20.000 mc richiederebbe un impianto di sollevamento di potenzialità complessiva pari a 12,5 mc/s.

Sulla base di tale rapporto di dipendenza, del volume di progetto per la vasca di prima pioggia, e nel rispetto dei vincoli di natura urbanistica e di sistema, si è optato per la realizzazione di un volume di circa 22.000 mc, cui è associato un impianto idrovoro per il rilancio a mare di 12 mc/s.

	ALLEGATO 1 - RELAZIONE DI MODELLAZIONE DI SISTEMA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		G14017904	0	34	34
STANDARDIZZAZIONE					

4.5 DIMENSIONAMENTO CONDOTTA SOTTOMARINA

4.5.1 PORTATE DI OUTPUT CARATTERIZZATE QUALI QUANTITATIVAMENTE

La soluzione di gestire i volumi in arrivo alla sezione di chiusura dell'Ausa anche attraverso l'impianto idrovoro e la condotta sottomarina richiede uno studio dell'evoluzione nel mezzo marino del pennacchio di sostanze veicolate al largo dalla condotta, per valutarne l'eventuale effetto di ricaduta al limite delle acque di balneazione.

Tale studio, assume come input modellistico la portata sollevata dall'impianto idrovoro e la concentrazione del parametro Escherichia Coli in essa veicolata.

L'input al modello meteomarinario, in termini di portate e concentrazioni del parametro di Escherichia Coli, è rappresentato in Figura 36.

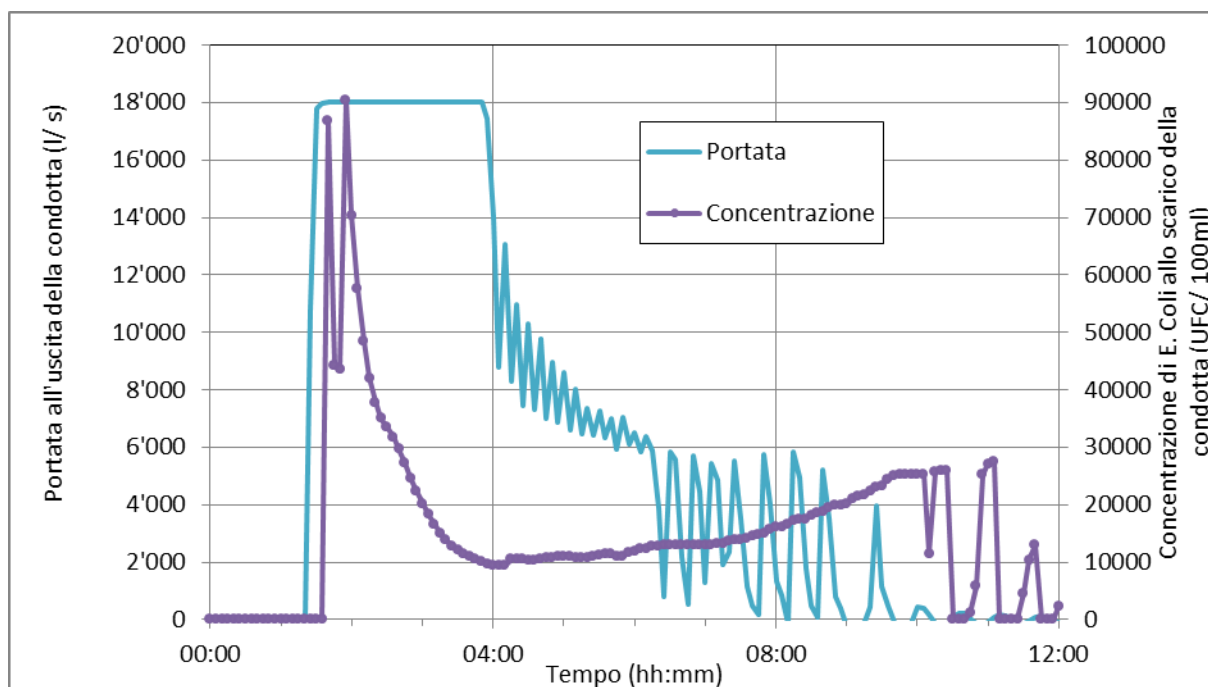


Figura 36. Portate di output caratterizzate quali- quantitativamente

4.5.2 MODELLAZIONE MATEMATICA METEO-MARINA

Per la determinazione della lunghezza della condotta sottomarina attraverso la quale sarà possibile allontanare dalla linea di battigia le portate eccedenti la capacità di invaso delle vasche, è stato condotto un ulteriore studio modellistico, con la collaborazione di Arpa Emilia Romagna, Servizio Idro Meteo Clima (di seguito, Arpa SIMC).

Tale studio, del quale un estratto è riportato in *Allegato II*, si è svolto, in estrema sintesi, mediante la realizzazione di una serie di modelli matematici delle principali matrici che intervengono nel processo di diffusione e dispersione (onda, marea, vento, correnti, ...).

A valle di una parte preliminare sviluppata per determinare le condizioni al contorno più frequenti e cimentanti, è stata simulata l'evoluzione del pennacchio di concentrazione del parametro E. Coli in mare, veicolata all'interno dei volumi trasportati al largo dalla condotta sottomarina, nel dominio modellato, nei casi selezionati.

Il modello di Arpa SIMC assume come input modellistico, l'output del modello fognario, in termini di portate scaricate e di concentrazioni del parametro Escherichia Coli (Figura 36).

1.0	12/09/2014	A.C.	M.G.	L.M.	Emissione
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA ACQUA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA E CONDOTTE SOTTOMARINE - PROGETTO DEFINITIVO					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)					
			N° ELABORATO (DOCUMENT N°)		N° COMMESSA (JOB N°)
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
 <p>GRUPPO HERA</p> <p>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 - 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it</p>			DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
			ALLEGATO II RELAZIONE MODELLAZIONE METEOMARINA		
			SCALA (SCALE)		N° FOGLIO (SHEET N°)
--		1		83	

Piano di **S**alvaguardia della **B**alneazione **O**ttimizzato

stralcio funzionale del

Piano Generale delle Fognature

REALIZZAZIONE VASCA AUSA E CONDOTTA DI SCARICO
SOTTOMARINA

Estratto

dalla relazione sulle attività svolte da ARPA-SIMC per la valutazione, sulla base di un modello previsionale, della dispersione delle acque scaricate in mare tramite condotta sottomarina ("ProgettoPreviCONDOTTA").

Bologna, settembre 2014

SOMMARIO dell'estratto dalla relazione di ARPA-SIMC

1	Premessa.....	4
2	Obiettivi del progetto	5
3	Il modello numerico.....	6
3.1	Modellistica meteo-marina al contorno.....	6
3.2	Dominio e griglia di calcolo	9
3.4	Il modello idrodinamico	14
3.5	Il modello d'onda	15
3.6	Avvezione - diffusione degli inquinanti	15
4.	Selezione dei casi studio	17
4.1	Caso studio rappresentativo di evento di calma: 10-14 agosto 2009	19
4.1.1	Descrizione meteorologica dell'evento e analisi della precipitazione	19
4.1.2	Analisi del vento.....	28
4.1.3	Analisi delle condizioni marine	30
4.2	Caso studio rappresentativo di evento di mareggiata da Sud-Est (scirocco): 2-6 maggio 2010	33
4.2.1	Descrizione meteorologica dell'eventoe analisi della precipitazione	33
4.2.2	Analisi del vento.....	37
4.2.3	Analisi dello stato del mare	38
4.3	Caso studio rappresentativo di evento di mareggiata da Nord-Est (bora): 13-17 settembre 2012	42
4.3.1	Descrizione meteorologica dell'evento e analisi della precipitazione	42
4.3.2	Analisi del vento.....	55
4.3.3	Analisi dello stato del mare	58
5	Simulazioni preliminari ed individuazione evento di progetto	63
5.1	Caratterizzazione scarico	65
5.2	Simulazione del caso di "calma": 10-14 agosto 2009.....	68
5.3	Simulazione del caso di "scirocco": 02-07 maggio 2010.....	70
5.4	Simulazione del caso di "bora": 13-17 settembre 2012.....	73
5.5	Conclusioni delle simulazioni preliminari.....	75
6	Simulazione dell'evento di progetto	77
6.1	Caratterizzazione scarico	77
6.2	Risultati della simulazione dell'evento di progetto.....	79
6.3	Conclusioni delle simulazioni dell'evento di progetto	82
7	Conclusioni	83

1 Premessa

Il Piano di Salvaguardia della Balneazione Ottimizzato (di seguito "PSBO") è l'ultimo di una serie di atti di pianificazione deliberati dal Comune di Rimini, a partire dal Piano Generale delle Fognature (Delibera Consiglio Comunale n.27 del 16/02/2006), del quale, il presente Piano è uno stralcio funzionale.

Il PSBO è un piano di interventi strutturali sulla rete fognaria di Rimini che ha lo scopo prioritario di ridurre il numero e la frequenza degli scarichi di acque reflue diluite in mare, in concomitanza con gli eventi pluviometrici che generano deflussi non compatibili con la capacità di trasporto del sistema fognario.

Le principali linee di intervento in cui si esplicita il Piano si possono nella sostanza raggruppare in:

- Adeguamento dei sistemi di trattamento;
- Separazione delle reti;
- Realizzazione di volumi di accumulo;
- Incremento della capacità di collettamento.

La realizzazione di volumi di accumulo ha lo scopo di migliorare la gestione delle portate che si generano alla sezione di chiusura dei collettori principali in occasione di piogge intense.

Nell'area di Piazzale Kennedy, infatti, è prevista la realizzazione di due distinti volumi: uno da utilizzare come vasca di prima pioggia, l'altro da gestire come volume di laminazione per gestire lo scarico delle acque tramite una condotta sottomarina.

Tale soluzione tecnica si rende necessaria nei bacini della zona Sud di Rimini in cui, a causa della densità ed estensione associate alla struttura del tessuto urbanistico, non risulti percorribile la soluzione che prevede la separazione delle reti.

Gli interventi prevedono in particolare un ampliamento degli attuali volumi di prima pioggia già presenti nelle sezioni terminali delle fosse (Ausa, Colonnella I e II, Rodella) e la realizzazione di volumi di "laminazione" veri e propri. Tali vasche consentiranno di accumulare in corrispondenza di eventi piovosi intensi le portate che dovrebbero altrimenti essere smaltite attivando gli scarichi a mare.

Nello specifico i progetti di realizzazione di volumi di accumulo sono:

- Interventi strutturali sulle fosse Colonnella I, Colonnella II e Rodella;
- Realizzazione Vasca di laminazione "Ospedale";
- Realizzazione vasca di accumulo, impianto idrovoro e condotta sottomarina Ausa.

In questa relazione si tratterà per l'appunto lo studio modellistico di dispersione in mare dello scarico in mare ipotizzato attraverso la condotta sottomarina Ausa.

2 Obiettivi del progetto

Il presente progetto prevede uno studio modellistico previsionale della dispersione degli inquinanti in mare derivanti dallo scarico di acque reflue miste attraverso una condotta sottomarina posizionata in prossimità dell'attuale scolmatore di piena AUSA.

La realizzazione della condotta sottomarina, che è parte degli 11 interventi previsti dal Piano di Salvaguardia della Balneazione, deve essere corredata da studi particolareggiati, così come citato nella delibera del Comune di Rimini: "Precisato in riferimento all'intervento Realizzazione condotta sottomarina e impianto idrovoro Bacino AUSA...omissis...che il Gestore dovrà predisporre un idoneo studio di fattibilità, anche dal punto di vista ambientale, onde fornire un quadro completo per la valutazione in ordine all'opportunità di realizzazione o meno dell'intervento".

A questo proposito HERA s.p.a. ha ritenuto opportuno avvalersi della collaborazione di ARPA-SIMC, vista la sua esperienza relativa alla modellazione della qualità delle acque di balneazione già maturata nell'ambito del progetto "Previbalneazione".

Tale scelta si è basata, inoltre, sullo spessore e sulle competenze dimostrate da ARPA-SIMC, come confermato dall'amministrazione comunale di Rimini, nella figura dell'Assessore all'Ambiente ed Energie, che con una sua lettera del 16/10/2013 (prot. 187728) caldeggiava la collaborazione tra i due Enti per lo studio modellistico previsionale relativo all'eventuale dispersione di inquinanti a seguito della costruzione di una condotta sottomarina.

È in questo contesto e con queste finalità che si inquadra lo studio, descritto nella presente relazione tecnica.

La finalità è quella di fornire gli elementi necessari a valutare se l'opera di scarico a mare in concomitanza di determinate condizioni meteo-marina, risulti, in termini di caratteristiche dimensionali, compatibile con la balneazione.

3 Il modello numerico

Il modello numerico utilizzato è Delft3D (Deltares, 2010) che può effettuare simulazioni del flusso, del trasporto di sedimenti, delle onde, della qualità dell'acqua, delle variazioni morfologiche e dell'ecologia. Delft3D è un modello modulare, moduli che descrivono processi diversi, interagendo tra loro e raggruppati intorno ad un'unica interfaccia condivisa.

Questo modello è stato già stato implementato sulla zona di Rimini e utilizzato in passato da ARPA-SIMC per numerosi studi commissionati dalla Regione Emilia-Romagna al fine di aiutare la definizione dei profili delle acque di balneazione e per simulare la dispersione degli inquinanti batterici.

Visto il regime microtidale (caratterizzato da un'escursione di marea normalmente inferiore a 50 cm, che pertanto riduce le possibilità di diluizione e dispersione dei rifiuti disciolti e particellari) nella zona costiera, si considerano rilevanti sia le onde che le correnti per una rappresentazione adeguata dell'idrodinamica litoranea.

Si sono quindi utilizzati i seguenti moduli modellistici:

- Delft3D-FLOW per simulare l'idrodinamica e l'avvezione e diffusione delle sostanze inquinanti.
- Delft3D-WAVE per calcolare il campo dell'onda.

Includere uno specifico modulo di qualità dell'acqua, in questa fase, non sarebbe servito a migliorare i risultati, poiché la maggior parte dei processi fisici più rilevanti sono già inclusi all'interno del pacchetto modellistico.

È importante sottolineare che questo sistema modellistico si aggancia alla modellistica meteo-marina a grande scala già operativa presso ARPA-SIMC (Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPA Emilia Romagna) da parecchi anni, più precisamente si sono considerati i campi di vento (da modello meteorologico COSMO-I7), i campi d'onda (da modello previsionale dello stato del mare SWAN-MEDITARE) e i livelli del mare (da modello oceanografico AdriaROMS), descritti nel successivo paragrafo.

3.1 Modellistica meteo-marina al contorno

Il modello implementato a Rimini si inserisce a valle di una modellistica meteo-marina a grande scala che fornisce le forzanti meteorologiche (vento), d'onda (altezza significativa e direzione dell'onda) e di livello del mare ai bordi del dominio di calcolo.

Direzione e intensità del vento derivano dal modello COSMO-I7.

Il modello COSMO è sviluppato dall'omonimo Consorzio internazionale (www.cosmo-model.org) al quale ARPA-SIMC partecipa grazie all'accordo LAMI con USAM di Aeronautica militare) e Arpa Piemonte. COSMO-I7 è implementato su un dominio che copre l'intero territorio italiano e fornisce previsioni a 72 ore due volte al giorno (alle 00 ed alle 12 UTC) con cadenza oraria; le condizioni iniziali ed al contorno sono fornite dal modello IFS (ECMWF). I campi iniziali sono ottenuti tramite un sistema di assimilazione con la tecnica di *nudging* (Schraff and Hess, 2003).

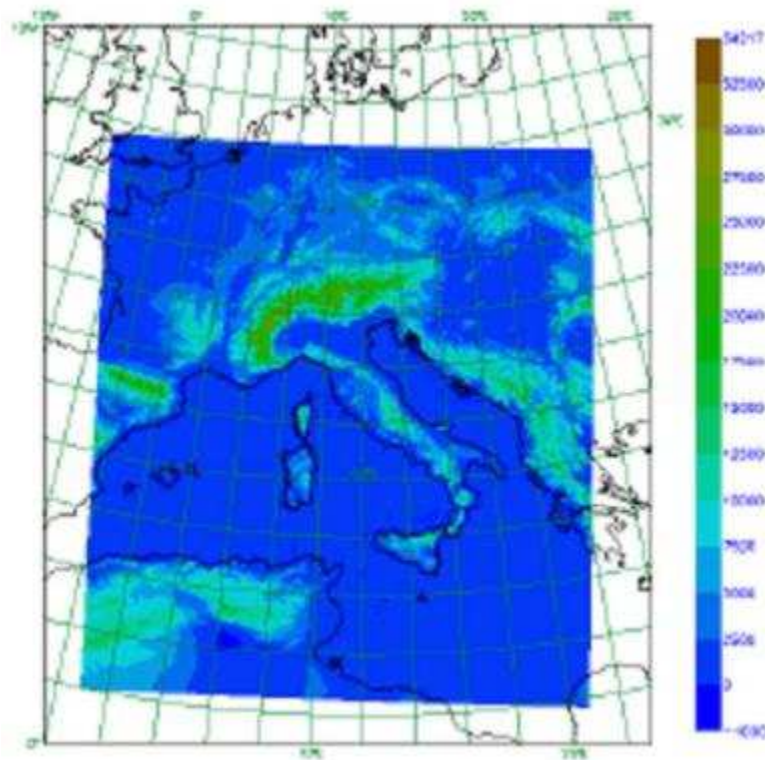


Fig. 3.1.1: Orografia (in decimetri) all'interno del dominio di integrazione di COSMO-17

Le informazioni ondamiche (altezza significativa, direzione e periodo di picco dell'onda) sono estratte dal modello SWAN-MEDITARE (Valentini *et al.*, 2007). Questo modello di previsione del moto ondoso prevede un primo modello del Mar Mediterraneo (SWAN-MED), con una risoluzione orizzontale di 25 chilometri (1/4 di grado) che produce i campi al contorno per il dominio italiano (SWAN-ITA) che presenta una risoluzione di circa 8 chilometri (1/12 di grado). Quest'ultimo genera a sua volta le condizioni al contorno per la zona dell'Emilia Romagna (modello di SWAN-EMR), con una risoluzione di calcolo di circa 800 m. Proprio questo ultimo modello fornisce i campi di stato del mare che forzano il nuovo Delft-3D.

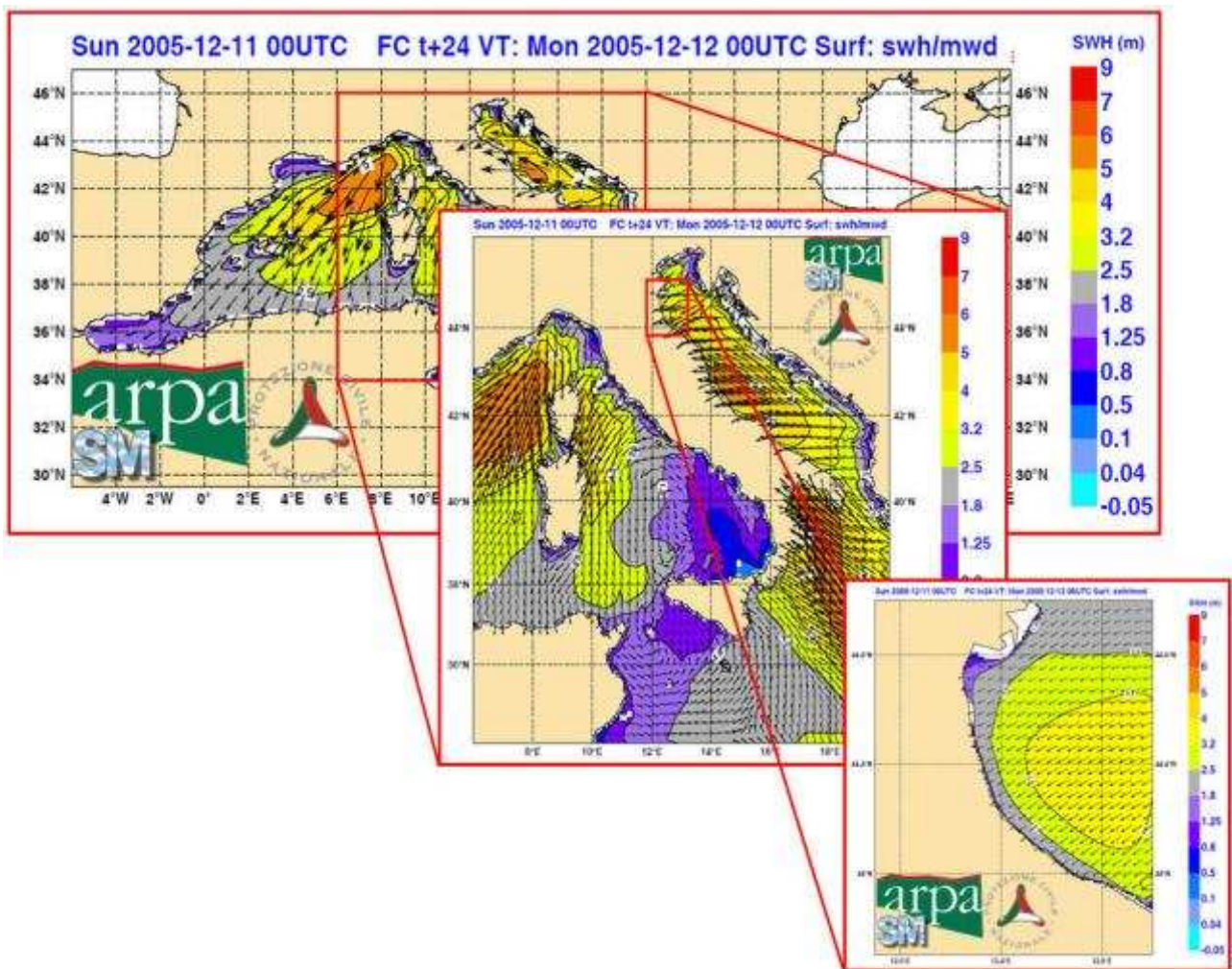


Fig. 3.1.2: Altezza Significativa (in metri) e direzione dell'onda. La sequenza di corse operative annidate prevede un modello sul Mediterraneo a risoluzione di circa 25 chilometri, un modello sul dominio italiano a risoluzione orizzontale di 8 chilometri ed infine il modello regionale che arriva ad una risoluzione di 800 metri.

Infine, il livello del mare imposto ai bordi del dominio di calcolo deriva dal modello oceanografico *AdiaROMS* (Chiggiato e Oddo, 2008). La sequenza operativa prevede l'analisi delle 24 ore precedenti e la previsione a +72h (a partire dalle ore 00:00 del giorno corrente) del livello del mare, delle correnti, della temperatura e la salinità del mare Adriatico. Per l'analisi vengono utilizzati i campi analitici del modello atmosferico *COSMO-17* e del modello oceanografico *MFS* (MediterraneanForecasting System) che fornisce le condizioni al contorno al bordo aperto in corrispondenza del canale d'Otranto. Il modello utilizza come input fluviale per il fiume Po le osservazioni dirette di temperatura e portata effettuate nella sezione di Pontelagoscuro, mentre per gli altri fiumi modellizzati si usano le caratteristiche climatologiche da bibliografia. I campi atmosferici utilizzati per il calcolo dei flussi aria-mare hanno tutti cadenza oraria e anche gli output di *AdiaROMS* sono rilasciati con la stessa cadenza.

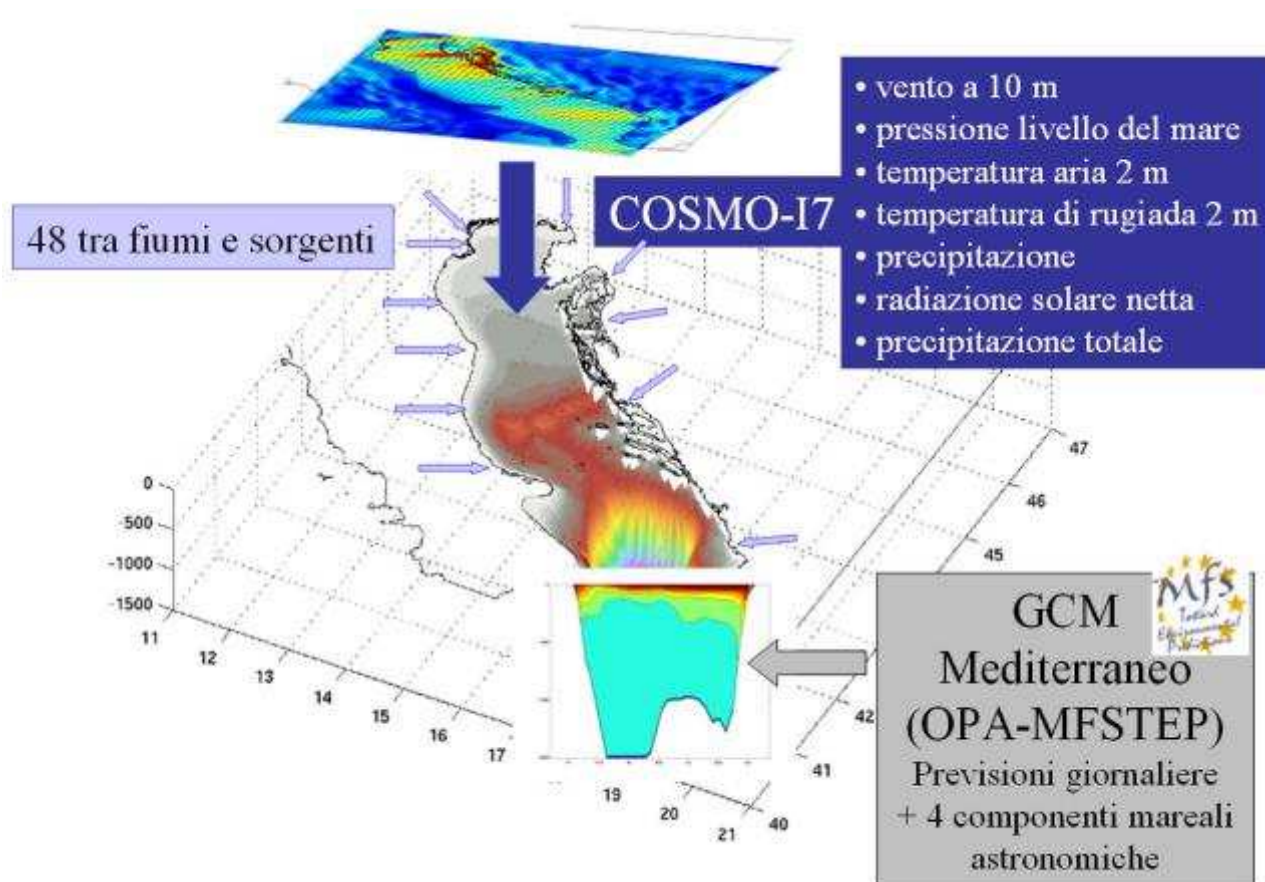


Fig. 3.1.3: Il modello AdriarOMS: la griglia di calcolo è regolare a 2 km di risoluzione, le forzanti atmosferiche orarie provengono dal modello meteorologico operativo COSMO-I7, mentre le condizioni marine al contorno nella sezione di Otranto sono fornite dal modello oceanografico GNOO-MFS. Il modello prevede la modellizzazione di 48 tra fiumi e sorgenti, di cui l'input fluviale per il fiume Po è l'osservazione diretta di temperatura e portata effettuata nella sezione di Pontelagoscuro.

La risoluzione di AdriarOMS (2 chilometri su tutto il mare Adriatico) risulta essere troppo poco risolta per utilizzare al contorno del dominio di calcolo di Rimini direttamente le correnti calcolate da AdriarOMS; si è preferito quindi sfruttare il gradiente mareale ai limiti del dominio per il calcolo delle correnti litoranee ad alta risoluzione.

3.2 Dominio e griglia di calcolo

Il dominio geografico di integrazione (Figura 3.2.1) del modello Delft3D ad alta risoluzione nella zona di Rimini si estende da Igea Marina fino al limite di Riccione, per un'area di circa 20 km longitudinalmente alla costa e 8 km trasversalmente verso il mare aperto.



Fig. 3.2.1: Dominio geografico di integrazione del modello Rimini-Delft3D

Per il modello idrodinamico e per quello d'onda si sono utilizzate due griglie di calcolo differenti (rispettivamente di 313x241 e 157x121 punti griglia). Questo accorgimento è stato preso per ottimizzare i tempi di calcolo visto che l'accuratezza necessaria per l'informazione derivante dal segnale di onda è inferiore a quella derivante dall'idrodinamica. La griglia del modello d'onda è stata costruita con una risoluzione pari alla metà di quella dell'idrodinamica (Figura 3.2.2).

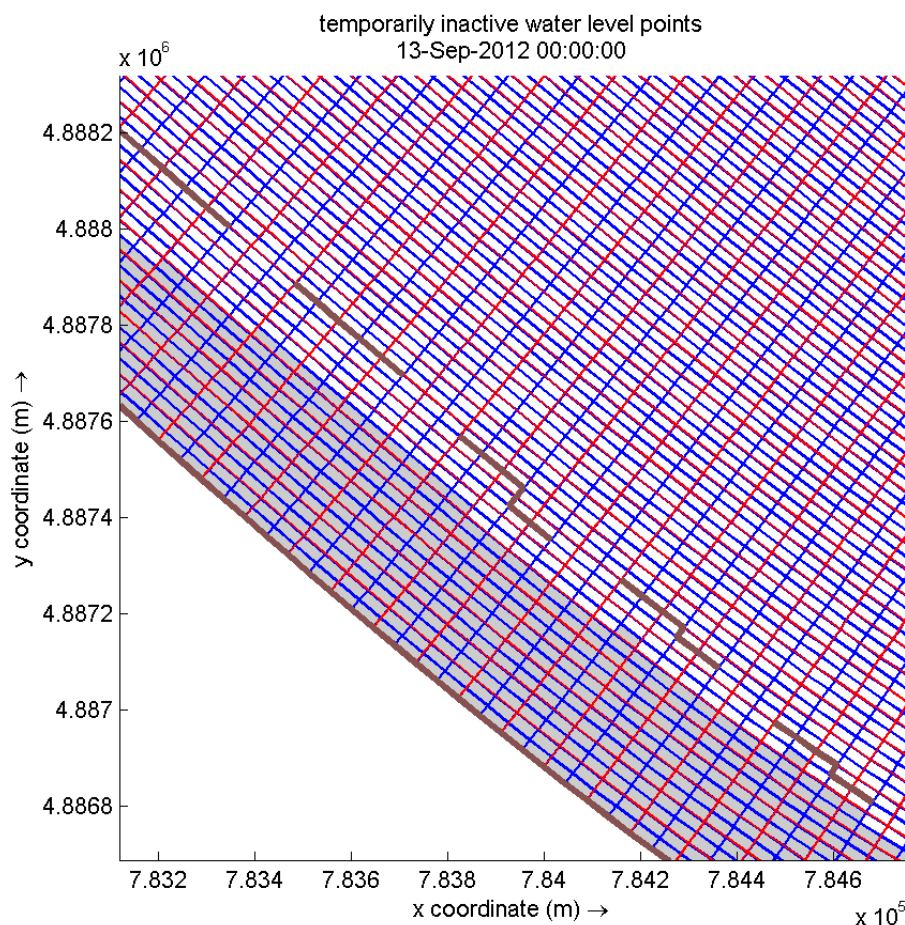


Fig. 3.2.2: griglia calcolo modello idrodinamico (blu) e modello d'onda (rosso) con particolare della schematizzazione delle strutture rigide di difesa a mare

Le griglie sono curvilinee, e quella del modello idrodinamico ha una risoluzione variabile sia longitudinalmente che trasversalmente alla costa (Figura 3.2.3). Along-shore la risoluzione varia dai 35 ai 117 metri, mentre cross-shore la risoluzione varia tra 8 e 70 metri. La maggiore densità di risoluzione la si è mantenuta al centro del dominio in prossimità della costa, proprio nella zona di maggior interesse per lo studio condotto.

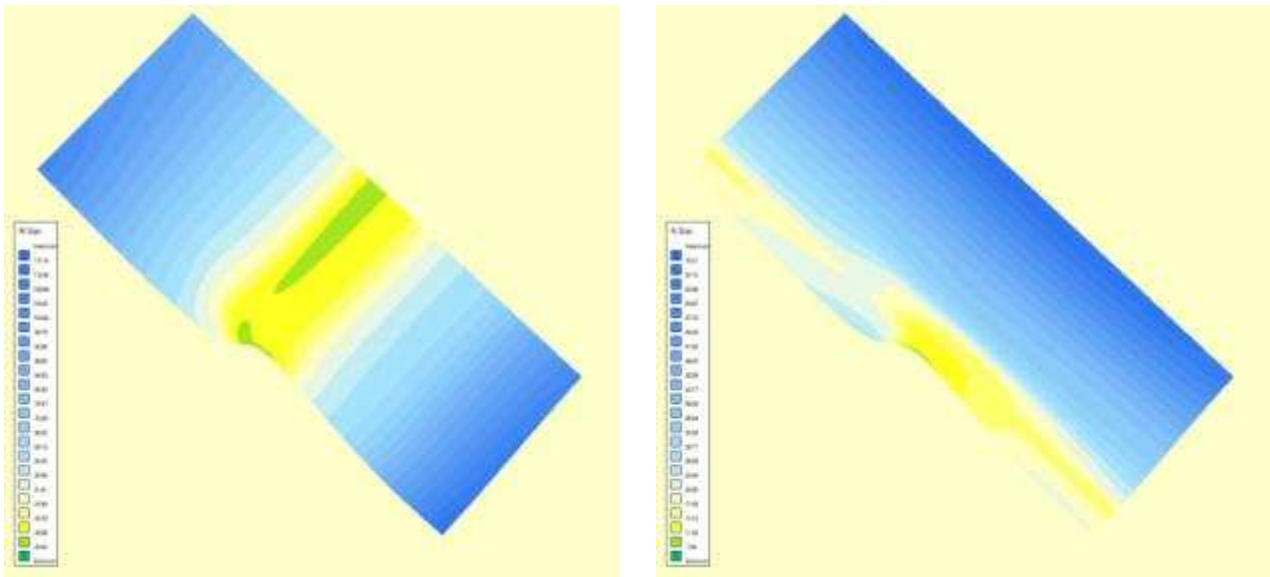


Fig. 3.2.3: Risoluzione della griglia di calcolo: a sinistra la risoluzione along-shore (35 - 117 metri), a destra la risoluzione cross-shore (8 - 70 metri)

Uno dei fattori principale di complessità nella schematizzazione del litorale dell'Emilia Romagna consiste nella rappresentazione di un grande numero dei barriere frangiflutti (più di cento) all'interno del dominio geografico di calcolo. Inoltre, se su vasta scala questebARRIERE rigide sembrano essere parallele alla linea costiera, mentre la maggior parte di esse sono in realtà oblique rispetto alla linea della spiaggia, rendendo così ancora più difficile includerle all'interno della griglia di calcolo di Delft3D.

Ogni barriera ha una lunghezza di circa 100 m., con un'apertura a mare tra due barriere consecutive di circa 20 m. (figura 3.5), che per una schematizzazione ottimale, dal punto di vista numerico, necessiterebbero di almeno tre punti griglia per ogni apertura. Ciò comporterebbe idealmente una risoluzione geografica minima di 6-7 m, che porterebbe i tempi di calcolo a valori inaccettabili. Per una descrizione accettabile dei flussi di corrente, ma per contenere i periodi di calcolo entro valori accettabili, i frangiflutti si sono aggregati in gruppi di tre/quattro e l'apertura fra loro con è stata ridimensionata con le stesse proporzioni. La schematizzazione delle barriere è indicata nella figura 3.2.4.

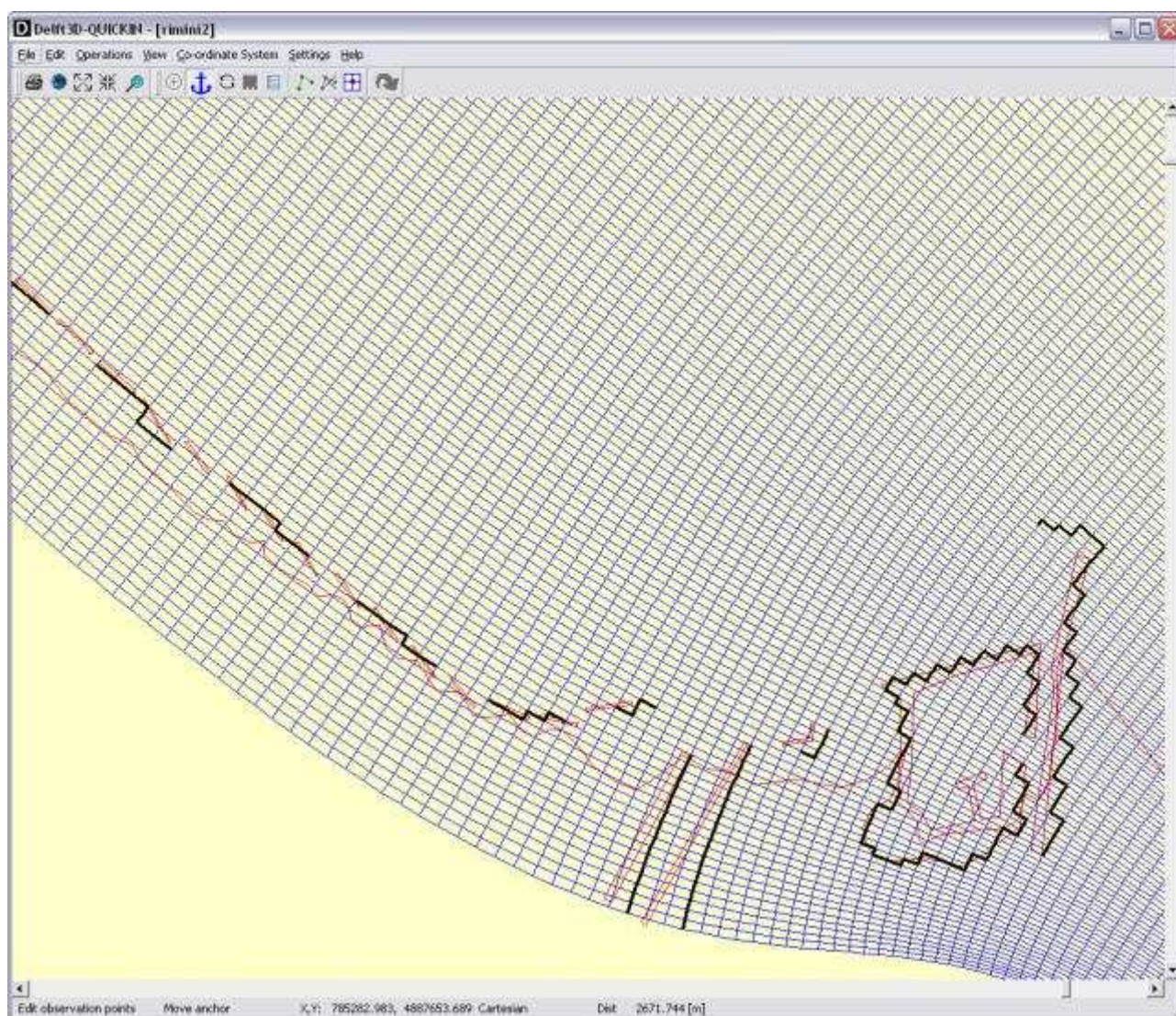


Fig. 3.2.4: particolare della schematizzazione delle barriere rigide e delle strutture costiere nella zona di foce Marecchia e porto turistico

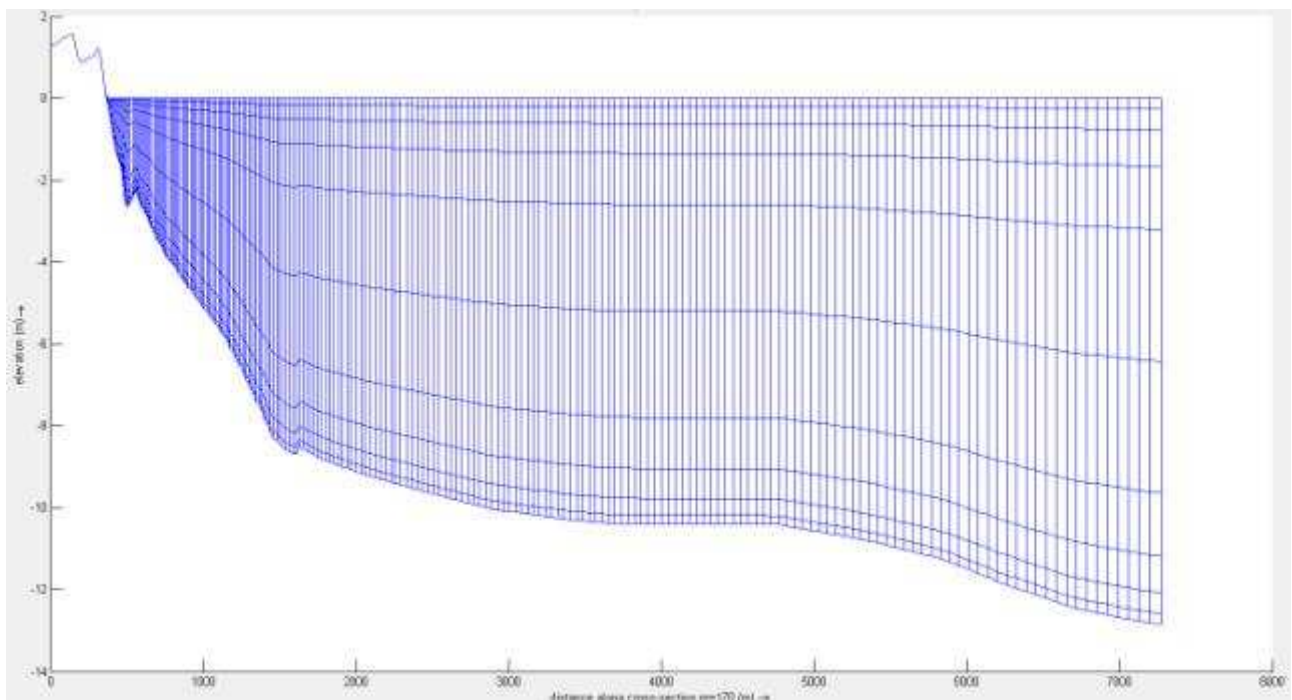
In base alle informazioni acquisite dal Sistema Informativo del Mare e della Costa dell'Emilia-Romagna le opere di difesa rigida emerse sono state caratterizzate come Dam (cioè strutture il cui coefficiente di trasmissione dipende dalle condizioni dell'onda incidente e dall'altezza della struttura stessa) con un'altezza di 1.5 metri e pendenza di 1:3/2, che riflettono le onde in maniera diffusa e con un coefficiente di riflessione (rapporto tra l'altezza significativa riflessa e incidente) pari a 0.6.

3.4 Il modello idrodinamico

L'idrodinamica è stata simulata con il modello di Delft3D-FLOW. Il modello risolve le equazioni di Navier-Stokes per un liquido incompressibile, con l'approssimazione per le acque basse e le condizioni di Boussinesq.

Allo stato attuale, il contributo delle sesse a grande scala e delle correnti indotte dalle differenze di densità dovute all'immissione nel mare Adriatico dell'acqua dolce del fiume Po, non è stato considerato. Vista la scala spaziale alla quale si opera, questo contributo lo si è ritenuto comunque di secondaria importanza rispetto al contributo fornito dalla marea e dalle onde.

Gli strati verticali sono stati schematizzati con 10 livelli in coordinate σ .



livelli verticali

Il time-step di calcolo è stato impostato pari a 12 secondi permettendo così di mantenere il numero di Courant inferiore a 10 nell'intero dominio.

L'effetto di stress sul fondo dovuto alle correnti ed alle onde è modellizzato attraverso il metodo di Fredsøe (1984). Gli effetti di turbolenza sono calcolati con il modello K-epsilon.

La viscosità turbolenta e la diffusività sono state fissate pari a $1 \text{ m}^2/\text{s}$. Un valore di $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ è stato usato per la viscosità e la diffusività verticali.

L'effetto della salinità e l'input di acque dolci da fiumi e da scarichi a mare sono stati considerati nel modello.

3.5 Il modello d'onda

Il modello Delft3D-WAVE è basato sul codice numerico SWAN (Holthuijsen et al., 1993; Booij et al., 1999; Il Ris et al., 1999), sviluppato in stretta collaborazione tra il Politecnico di Delft e Deltares. Il modello risolve l'equazione di equilibrio della densità di azione dell'onda ed è completamente spettrale (direzioni e frequenze). Il modello è forzato al contorno con le serie temporalidi altezza d'onda derivate dal modello di SWAN-EMR operativo al SIMC. La risoluzione spettrale è stata fissata uguale a 10°. Il vento è stato considerato costante. La dissipazione energetica dovuta all'attrito del fondo è calcolata con il modello di JONSWAP (Hasselmann, 1973), con il valore di default per il coefficiente d'attrito uguale a 0.067 m²s⁻³. La frangenza dell'onda indotta dal fondo è stata considerata con il modello di Battjes&Janssen (1978) con valori dei parametri α e β rispettivamente pari a 1 e a 0.73.

Il *whitecapping* è stato considerato attraverso l'espressione di Komen et al. (1984). Le interazioni non lineari dovute alla sovrapposizione di tre onde diverse (*quadruplets*) sono state incluse nella parametrizzazione del modello. Lo spreading direzionale al bordo è stato fissato a 4 (24.9°).

3.6 Avvezione - diffusione degli inquinanti

L'avvezione e la diffusione delle sostanze inquinanti in studio (*Escherichia-coli* ed *Enterococchi*) sono state simulate considerando un processo di decadimento del primo ordine, secondo l'espressione:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + (\text{avvezione}) = (\text{dispersione}) - K \cdot c$$

dove:

c è la concentrazione della sostanza inquinante

K (1/giorno) è il tasso di decadimento

Come specificato dalle linee di indirizzo pubblicate da ISPRA per la valutazione dell'impatto di inquinanti sulle acque di balneazione, in generale il coefficiente k può dipendere fondamentalmente da 4 parametri: radiazione solare, salinità, temperatura dell'acqua e da un tasso di mortalità (o crescita) di base associato al tipo di batteri in esame.

Il principale agente di inattivazione dei batteri è la radiazione ultravioletta, che in poche ore può ridurre la carica batterica originaria. Vi sono diverse formulazioni applicabili per tenere conto di questo tasso di decadimento. La più semplice è quella di stimare il T_{90} , ossia il tempo necessario a ridurre del 90% la quantità iniziale di batteri, ed utilizzare questo parametro come semplice tasso di decadimento per la concentrazione di inquinante.

Il tasso di decadimento è stato impostato sulla base delle linee guida di ISPRA che suggeriscono l'uso del valore del T_{90}

$$K = \frac{-\ln(0.1)}{T_{90}}$$

	T_{90} (h) con cielo sereno	T_{90} (h) con cielo nuvoloso
Escherichia-coli	5 - (50)	35
Enterococchiintestinali	15 - (100)	70 - (300)

Tab. 3.1: T_{90} per Escherichia-coli ed Enterococchi intestinali in acqua di mare per diverse temperature 20 °C - (5 °C) e copertura nuvolosa

In questo studio si sono considerati valori di decadimento per gli Escherichia-coli pari a **20 ore** che, in accordo con l'unità di misura della grandezza considerata dal modello Delft3D, equivalgono a **1.2** 1/giorno.

4. Selezione dei casi studio

Al fine di individuare diverse tipologie di scenari di condizioni meteo-marine relative alla costa riminese, si sono considerate le condizioni meteo-marine occorse in occasione delle aperture degli scarichi a maredella zona a Sud del porto di Rimini nei mesi compresi tra Maggio e Settembre nel periodo 2007-2012.

In particolare, sono stati considerati tutti gli eventi di apertura dello scarico Kennedy; questo elenco è stato integrato con alcuni eventi relativi ad aperture degli scarichi di Rimini Sud (Colonnella1, Colonnella2, Rodella e Roncasso). In questo modo sono stati presi in considerazione 51 eventi di apertura (in Tab.4.1 sono indicate le date degli eventi considerati, riportando la giornata di inizio apertura).

20070606	20090830	20110606
20070823	20090914	20110608
20070831	20100502	20110705
20070905	20100512	20110727
20080520	20100515	20110919
20080607	20100615	20120501
20080613	20100616	20120507
20080815	20100620	20120513
20080915	20100730	20120516
20080919	20100804	20120604
20090505	20100805	20120706
20090527	20100806	20120721
20090529	20100909	20120831
20090601	20100918	20120903
20090705	20100928	20120904
20090710	20110504	20120905
20090810	20110515	20120913

Tab.4.1: date (anno, mese, giorno) degli eventi di apertura degli scarichi considerati per la classificazione degli scenari di condizioni meteo-marine.

In base ai dati della boa ondometrica Nausicaa (disponibili per 48 eventi di apertura sui 51 considerati) si sono classificati gli eventi in tre gruppi secondo la direzione di provenienza dell'onda osservata, per poi stimare la frequenza di accadimento per ciascun gruppo. La direzione di provenienza è stata suddivisa nei gruppi Nord-Est (NE), Sud-Est (SE) e Nord-Ovest (NW), che comprendono direzioni di provenienza dell'onda appartenenti, rispettivamente, ai quadranti nord-orientale, sud-orientale e nord-occidentale.

Da questa analisi (Fig. 4.1) risulta che la direzione prevalente di provenienza delle onde è dal quadrante nord-orientale in circa il 60% dei casi selezionati, mentre una direzione prevalente di provenienza delle onde dai quadranti nord-occidentale e nord-orientale si verifica rispettivamente in circa il 20% dei casi. Un sesto dei 48 eventi considerati possono essere associati a condizioni di "calma".

Al fine di selezionare un evento rappresentativo per ciascuna tipologia, si sono ordinati gli eventi considerati in funzione della durata di apertura dello scarico in modo da evidenziare gli eventi più critici dal punto di vista della possibile estensione e durata dei fenomeni di inquinamento delle acque di balneazione dovuti allo scarico a mare delle acque fognarie diluite in concomitanza con gli eventi pluviometrici che hanno determinato apertura.

In base a questa analisi, tenendo anche conto della rappresentatività per una data tipologia di condizione meteo-marina dei campi previsti dai modelli matematici e della loro corrispondenza con i dati osservati (in particolare quelli della boa ondometrica Nausicaa), sono stati selezionati i seguenti eventi come casi rappresentativi per tre tipologie di condizioni meteo-marine:

- 10-14 agosto 2009 per la condizione di "calma";
- 13-17 settembre 2012 per la condizione di mareggiata con provenienza da Nord-Est;
- 2-6 maggio 2010 per la condizione di mareggiata con provenienza da Sud-Est.

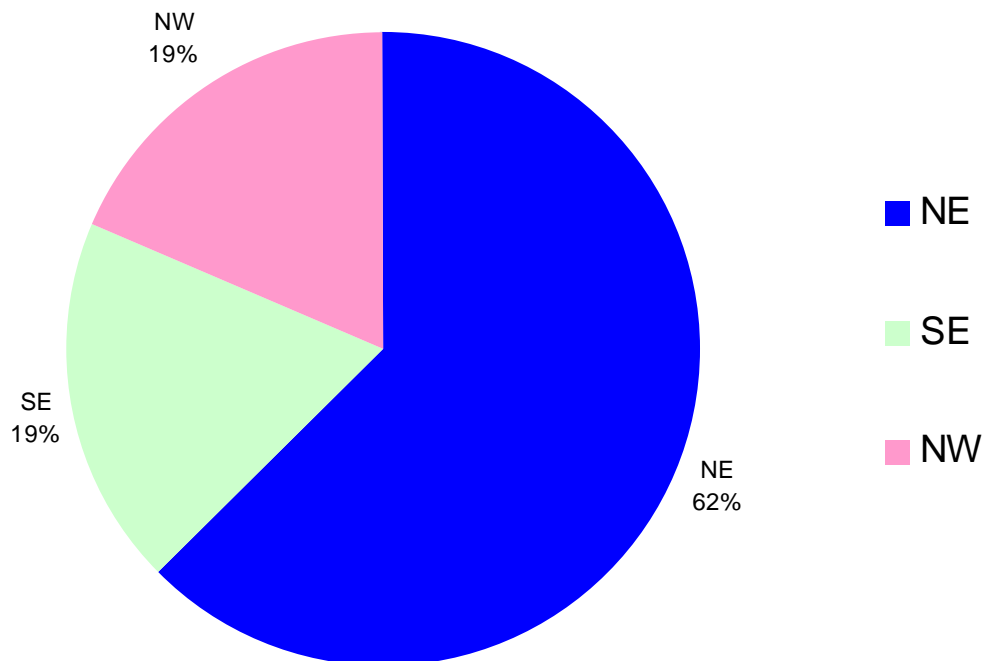


Fig.4.1: frequenza di accadimento degli eventi considerati secondo tre categorie di direzione di provenienza delle onde in occasione delle aperture degli scarichi. Un sesto dei 48 eventi considerati possono essere associati a condizioni di "calma"

Nella descrizione delle condizioni meteo-marine degli eventi rappresentativi selezionati sono riportati i dati (i cui orari sono riportati in ore UTC, a parte i dati degli scarichi che sono in ora locale, cioè UTC+2) relativi a:

- data apertura e chiusura degli scarichi a mare (forniti da ARPA-ER, sezione di Rimini);
- altezza significativa e direzione delle onde rilevate dalla boa ondometrica Nausicaa dell'Emilia-Romagna, installata al largo di Cesenatico;

- precipitazione oraria e cumulata registrata dai pluviometri della rete RIRER disponibili nella zona considerata (Rimini urbana, Vergiano e Rimini Ausa, quest'ultimo attivo solo da Aprile 2011);
- previsioni di vento a 10 m dal suolo (forniti da analisi del modello COSMO-I7);
- previsioni di altezza significativa e direzione delle onde (forniti dal modello SWAN – Emilia-Romagna);
- previsioni di velocità e direzione della corrente marina in superficie (forniti dal modello AdriaROMS).

Per i dati di previsione (vento, altezza e direzione delle onde, velocità e direzione della corrente) sono riportate in figura le corrispondenti variabili relative ad alcuni istanti considerati rappresentativi dell'evoluzione del fenomeno durante il periodo analizzato.

4.1 Caso studio rappresentativo di evento di calma: 10-14 agosto 2009

In Tab. 4.1.1 è riportato l'elenco degli scarichi aperti in occasione dell'evento selezionato.

scarico	data apertura	data chiusura	durata apertura (minuti)
Colonnella 1	10/8/09 17:59	10/8/09 23:00	301
Colonnella 2	10/8/09 18:13	10/8/09 23:30	317
Roncasso	10/8/09 17:39	10/8/09 23:24	345

Tab. 4.1.1: apertura e chiusura degli scarichi in occasione dell'evento 10-14 agosto 2009.

4.1.1 Descrizione meteorologica dell'evento e analisi della precipitazione

L'analisi delle mappe di geopotenziale in quota nel periodo tra il 10 ed il 15 agosto 2009 (Fig. 4.1.1) mostra che il bacino meridionale del Mediterraneo era interessato dalla circolazione di una massa d'aria intertropicale all'interno di un campo anticiclonico. La campana di alte pressioni proteggeva l'Italia centro-meridionale dalle perturbazioni provenienti dall'Atlantico, mentre le regioni settentrionali erano marginalmente interessate dal transito di onde depressionarie più attive a nord dell'arco alpino. La massa d'aria intertropicale era potenzialmente instabile sotto il profilo termodinamico, ed il passaggio di perturbazioni e di flussi di correnti fredde pre-frontali in quota, attivò lo sviluppo di sistemi temporaleschi con piogge a carattere di rovescio che punteggiarono la nostra regione, mostrandosi più attive sui rilievi (Fig. 4.1.5 e 4.1.6).

Le mappe di analisi pressione sul livello del mare e del vento a 10 metri dal suolo (Fig. 4.1.2) mostrano la mancanza di un forte segnale meteorologico, la circolazione è debole e variabile di direzione. La giornata più instabile del periodo è stata quella del 10 agosto, in concomitanza al transito di una veloce onda depressionaria in quota, che ha determinato temporali diffusi, a tratti consistenti sull'Appennino centro-orientale, e residui piovoschi sulla Romagna nella giornata dell'11. Successivamente, con l'instaurarsi di

correnti settentrionali in quota, particolarmente secche e stabili a causa dell'effetto del foehn alpino, si sono verificati solo isolati temporali di breve durata e scarsa intensità. Le prime precipitazioni sono osservate nella mattina del 9 agosto sulla pianura lombarda; in seguito, nelle ore centrali, si innescano sistemi temporaleschi lungo tutta la dorsale appenninica (Fig. 4.1.3). Dalla serata di domenica 9 agosto, la circolazione a grande scala tende ad assumere, sul Nord Italia, un carattere sempre più occidentale. Sistemi precipitanti sono osservati sulle Alpi Occidentali e nel corso della nottata interessano successivamente la Lombardia, il Trentino Alto Adige e, nella tarda mattinata del 10, il Veneto. Sistemi temporaleschi si sviluppano, a partire dalle prime ore del pomeriggio del 10, sull'Appennino Tosco-Emiliano e, favoriti dai flussi occidentali, si propagano sulla pianura padana esaurendosi poche ore dopo interessando le regioni orientali del Nord Italia (Fig. 4.1.4).

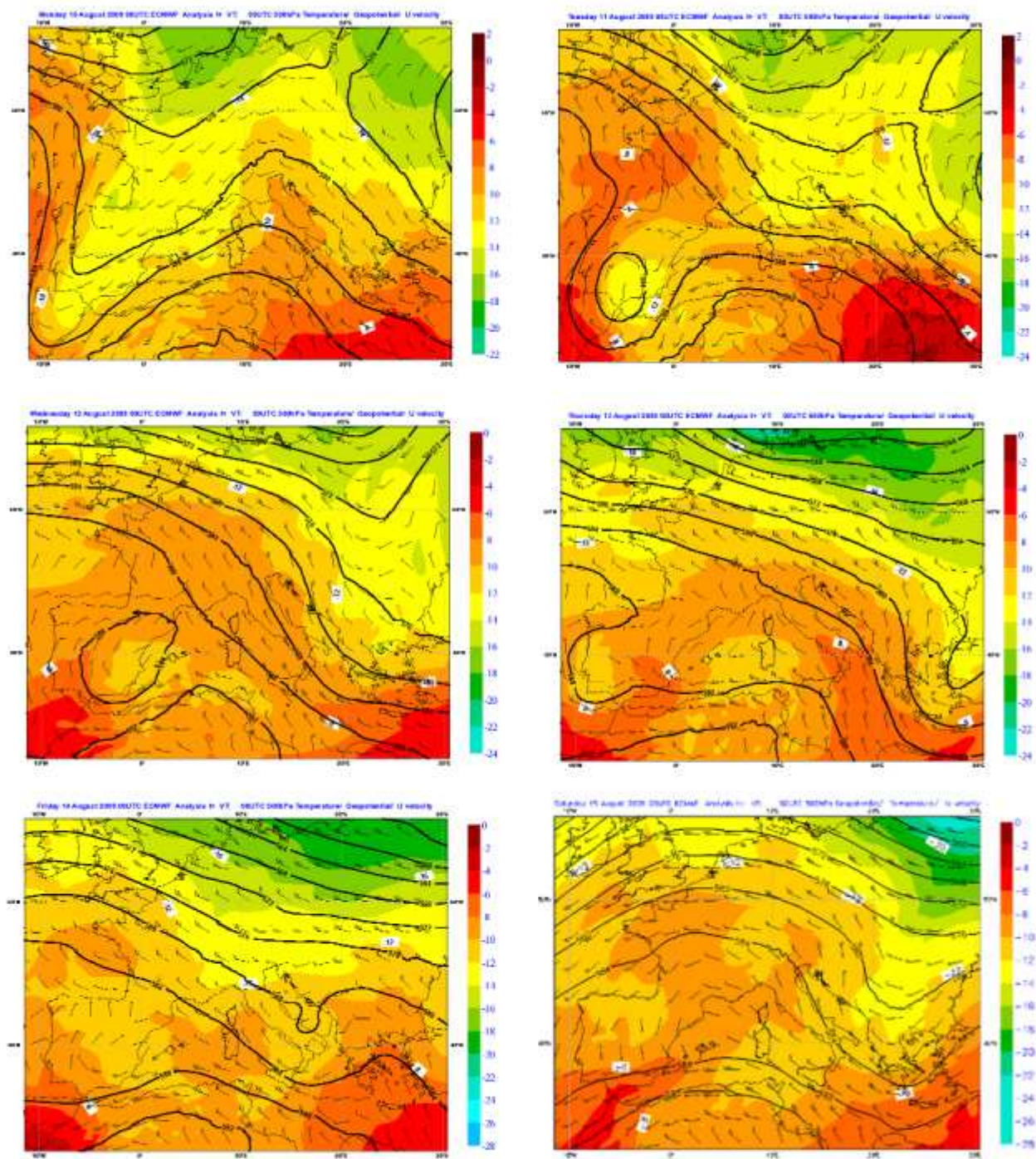


Figura 4.1.1: analisi dell'altezza del geopotenziale della 500 hPa (circa 5500 metri di quota) delle ore 0 U.T.C., dal 10 al 15 agosto 2009

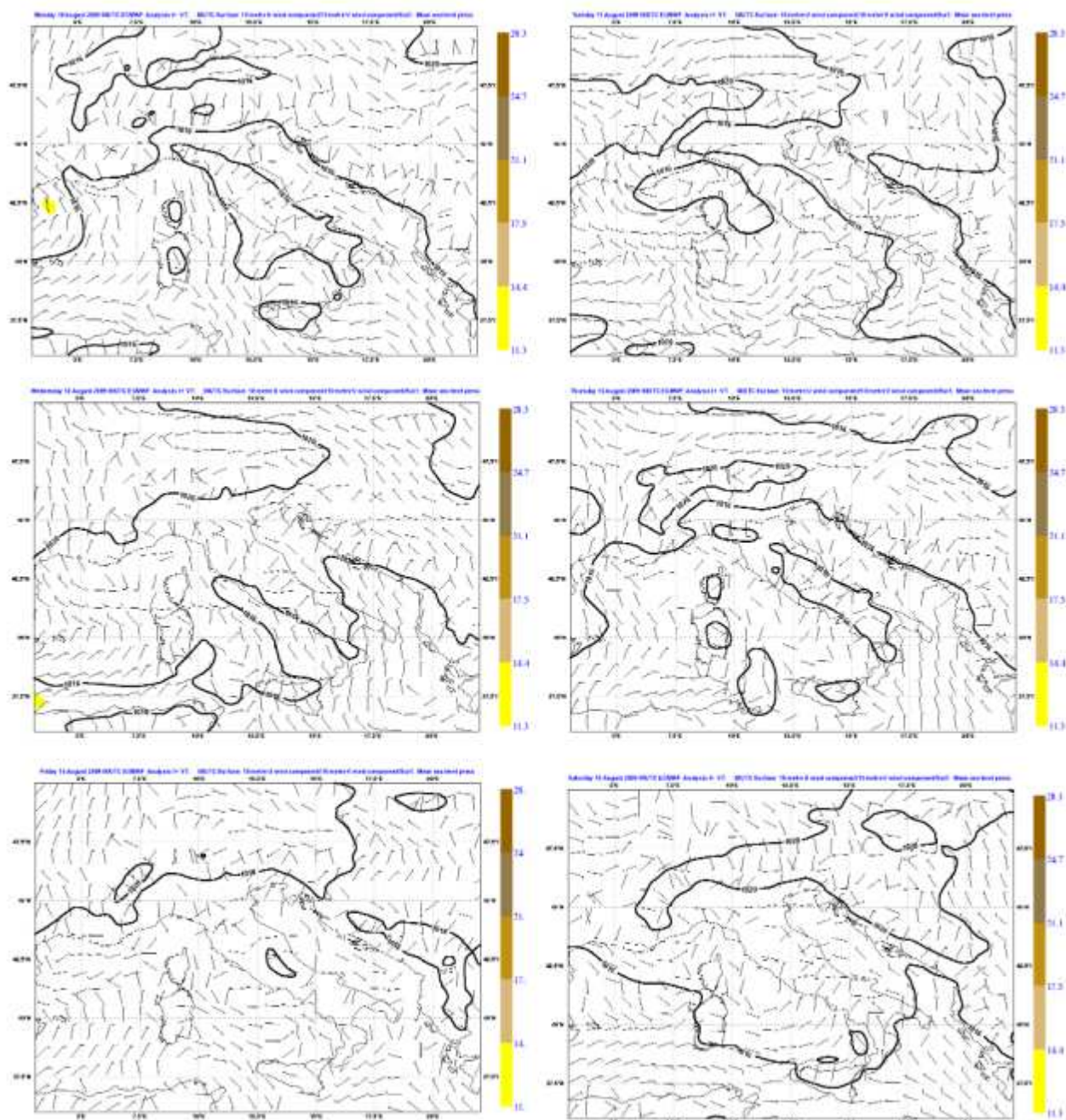


Figura 4.1.2 : analisi della pressione sul livello del mare e del vento a 10 metri dal suolo delle ore 0 U.T.C., dal 10 al 15 agosto 2009

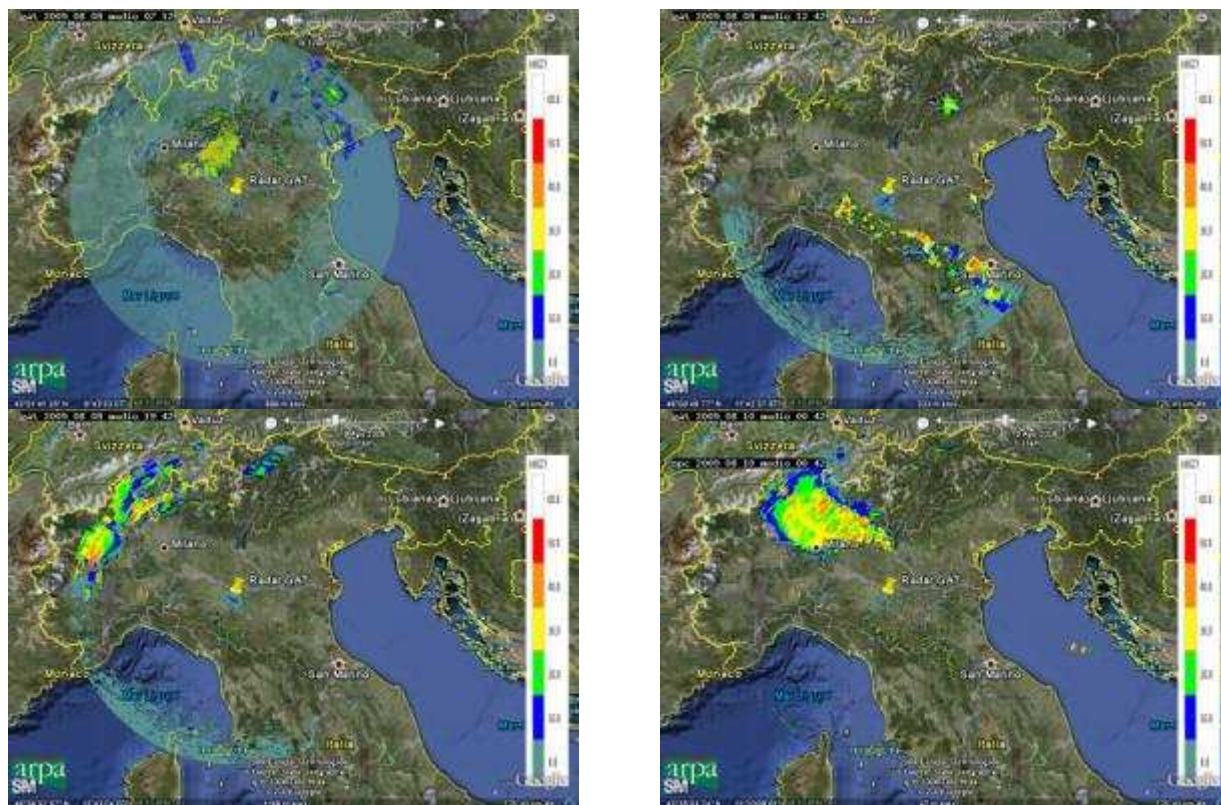


Fig. 4.1.3 : Mappe di riflettività del 09/08/2009 alle 07:12 UTC (in alto a sinistra), alle 12:42 UTC (in alto a destra), alle 19:42 UTC (in basso a sinistra) e del 10/08 alle 00:42UTC (in basso a destra).

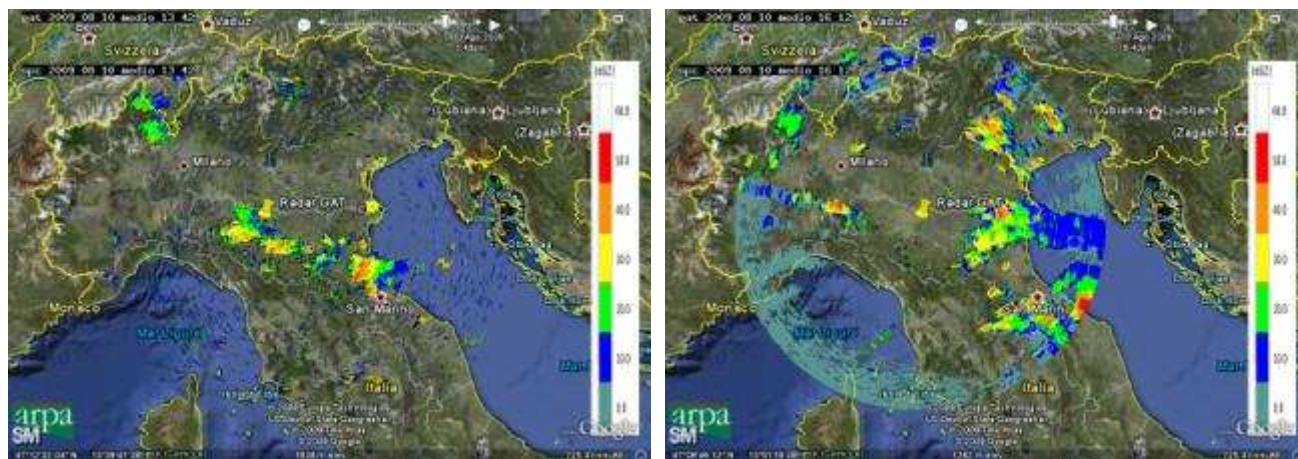




Fig. 4.1.4 : Mappe di riflettività del 10/08/2009 alle 13:42 UTC (in alto a sinistra), alle 16:12 UTC (in alto a destra) e alle 18:12 UTC (in basso a sinistra)

Analizzando in dettaglio i fenomeni sulla Regione Emilia-Romagna, il pomeriggio di domenica 9 agosto è caratterizzato dalla presenza di sistemi temporaleschi che si sviluppano sulla dorsale appenninica interessando inizialmente il crinale ed, in seguito, estendendosi fino alle prime colline (Fig. 4.1.5). Alle 15 UTC si generano alcune celle temporalesche che coinvolgono la parte orientale della pianura bolognese e parte del ferrarese.

Nel pomeriggio di lunedì 10 agosto, la nostra regione è stata interessata dallo sviluppo di sistemi convettivi (Fig. 4.1.6). I sistemi, generatisi sull'Appennino, si estendono poi alla zona pedecollinare e in seguito interessano tutta la pianura. Alle 15 UTC la maggior parte dei sistemi interessano la provincia di Modena, la parte orientale della provincia di Forlì-Cesena e la provincia di Rimini. I fenomeni si esauriscono sul territorio dell'Emilia Romagna verso le 18 UTC muovendosi sopra il mar Adriatico.

Il 9 agosto i massimi di precipitazione sono stati osservati nelle province di Piacenza e Parma, Bologna e Modena (Tab. 4.1.2). In Fig. 4.1.7 sono mostrate le aree interessate dalla precipitazione e sono localizzate le stazioni di Teruzzi(PC), Frassinoro (MO) e Cà Bortolani (BO) che hanno registrato massimi orari significativi. Il 10 agosto la precipitazione ha interessato tutta la regione. I massimi sono stati registrati nelle province di Parma e Modena (Tab. 4.1.3). In Fig. 4.1.8 sono mostrate le aree interessate dalla precipitazione e sono localizzate le stazioni di Casatico (PR), San Valentino (RE), Albereto (MO) e Carpineta (FC) che hanno registrato massimi orari significativi. Inoltre i sistemi radar mostrano un significativo massimo locale nell'area compresa tra Forlì, Forlimpopoli e Bertinoro non rilevata dalla rete pluviometrica.

La precipitazione viene registrata dalle stazioni di Rimini Urbana e Vergiano (Fig. 4.1.9) per una durata di 2 ore a partire dalle ore 13 del giorno 10 (un segnale di precipitazione compare anche alle ore 16). Le cumulate di pioggia sono comprese tra 10 e 18 mm circa, con intensità orarie più alte per il pluviometro sulla zona interna (valore orario massimo intorno a 17 mm/h).

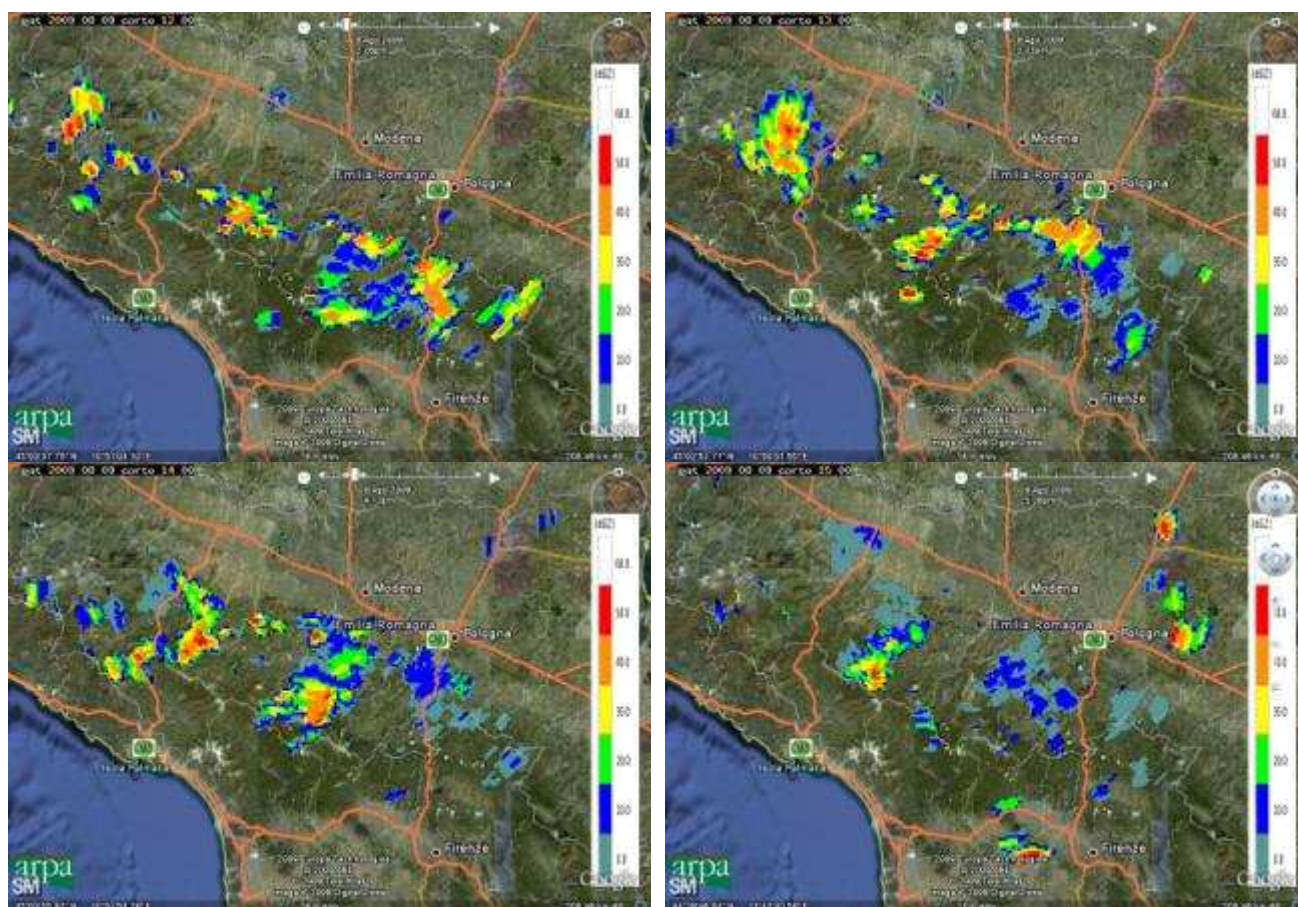
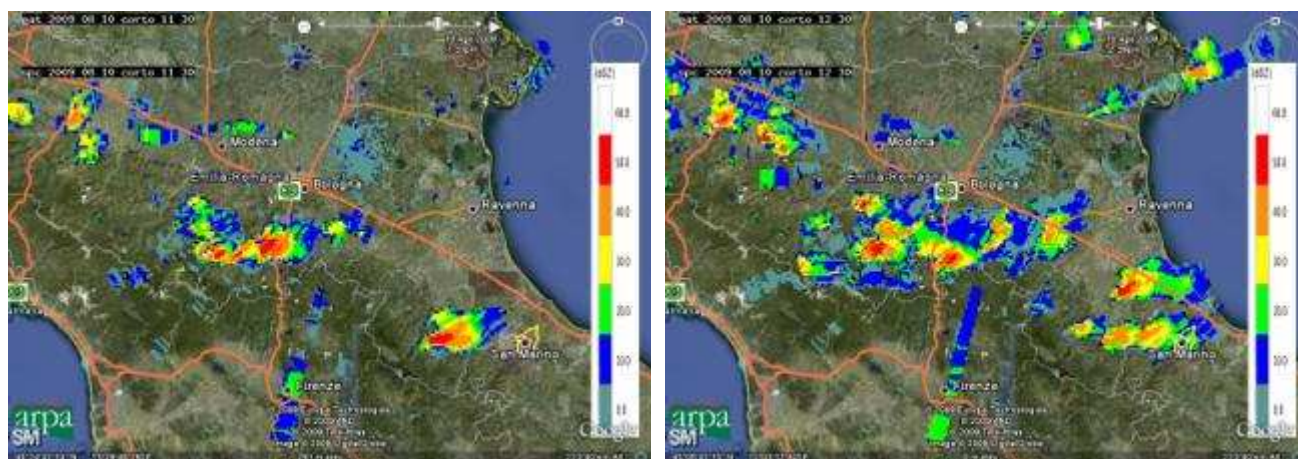


Fig. 4.1.5 : Mappe di riflettività del 09/08/2009 alle 12:00 UTC (in alto a sinistra), alle 13:00 UTC (in alto a destra), alle 14:00 UTC (in basso a sinistra) e alle 15:00 UTC (in basso a destra).



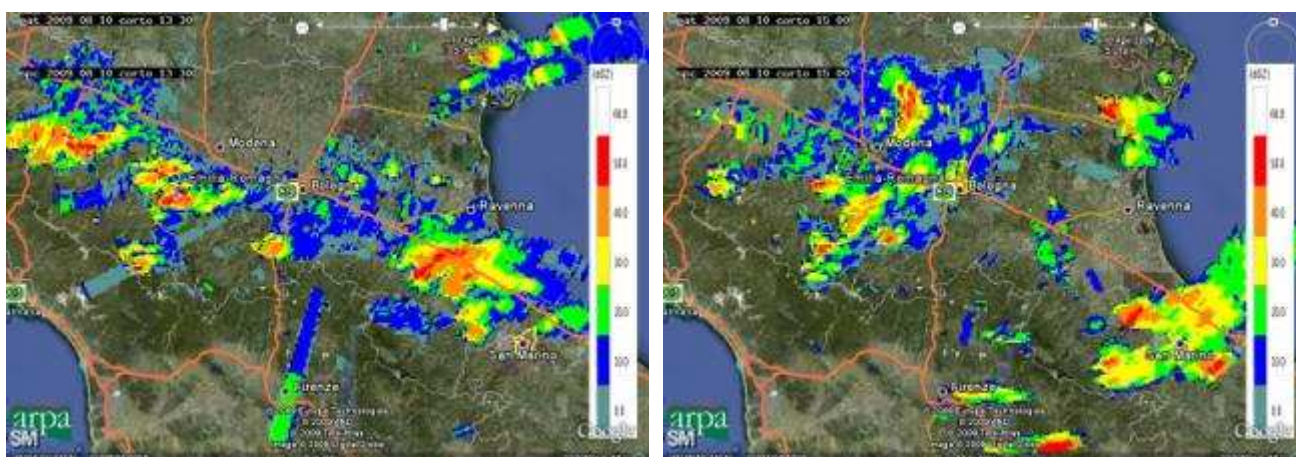


Fig. 4.1.6 : Mappe di riflettività del 10/08/2009 alle 11:30 UTC (in alto a sinistra), alle 12:30 UTC (in alto a destra), alle 13:30 UTC (in basso a sinistra) e alle 15:00 UTC (in basso a destra).

Cumulate orarie					
Data-Ora (UTC)	PREC (mm)	STAZIONE		COMUNE	PROV
09/08/2009 12:00	15.6	Monteacuto	Nelle	Lizzano in belvedere	BO
09/08/2009 13:00	17	Vergato		Vergato	BO
09/08/2009 13:00	32.2	Teruzzi		Morfasso	PC
09/08/2009 13:00	23.6	Invaso		San Benedetto Val di Sambro	BO
09/08/2009 13:00	23.2	Madonna dei Fornelli		San Benedetto Val di Sambro	BO
09/08/2009 14:00	24	Sassostorno		Lama Mocogno	MO
09/08/2009 14:00	25.2	Varsi		Varsi	PR
09/08/2009 14:00	32.4	Ca' Bortolani		Savigno	BO
09/08/2009 14:00	39	Frassinoro		Frassinoro	MO
09/08/2009 15:00	22.4	Grammatica		Corniglio	PR
09/08/2009 15:00	16	Succiso		Ramiseto	RE
09/08/2009 15:00	17	Lago Ballano		Monchio delle Corti	PR
09/08/2009 15:00	16.2	Isola di Palanzano		Palanzano	PR
09/08/2009 15:00	21.8	Musiara Superiore		Tizzano Val Parma	PR

Tab. 4.1.2 : massimi di precipitazione oraria registrati in alcune stazioni pluviometriche il giorno 9.

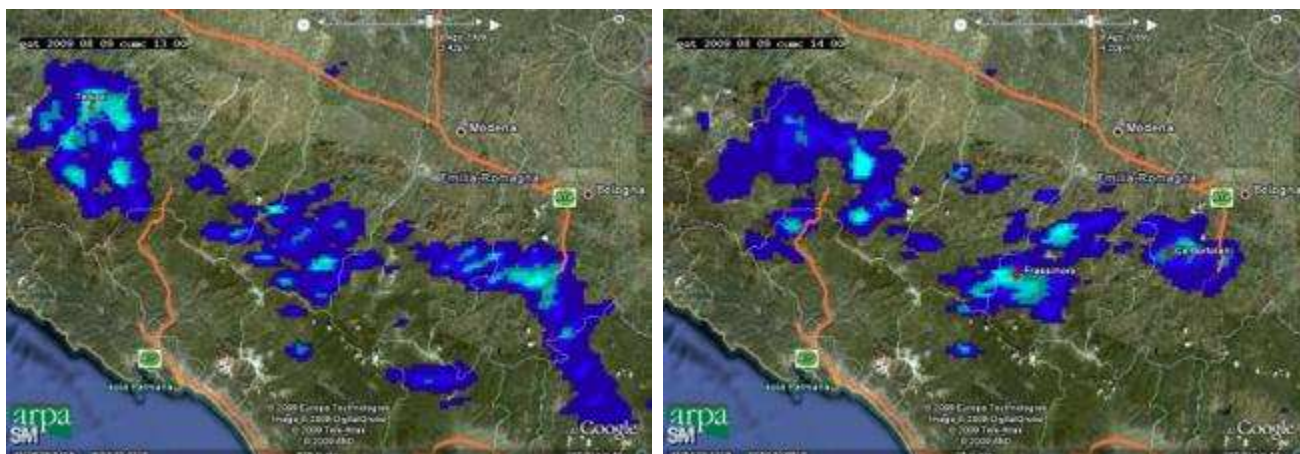


Fig. 4.1.7 : Mappa di precipitazione cumulata oraria del 09/08/2009 alle 13:00 (in alto) e 14:00 UTC (in basso)

Cumulate orarie				
10/08/2009 12:00	16.2	Vergato	Vergato	BO
10/08/2009 12:00	19.8	Rullato	Civitella di Romagna	FC
10/08/2009 12:00	19.8	Riola di Labante	Castel d'Aiano	BO
10/08/2009 13:00	16.2	Montese	Montese	MO
10/08/2009 13:00	27.2	Varano Marchesi	Medesano	PR
10/08/2009 13:00	28	Bore	Bore	PR
10/08/2009 13:00	17.8	Riola di Labante	Castel d'Aiano	BO
10/08/2009 14:00	17.2	San Valentino	Castellarano	RE
10/08/2009 14:00	25.6	Casatico	Langhirano	PR
10/08/2009 15:00	22.4	Albareto	Modena	MO
10/08/2009 15:00	18.2	Carpineta	Cesena	FC
10/08/2009 15:00	16.2	Neviano Arduini	Neviano degli Arduini	PR
10/08/2009 16:00	17.2	Vergiano	Rimini	RN

Tab. 4.1.3 : massimi di precipitazione oraria registrati in alcune stazioni pluviometriche il giorno 10.

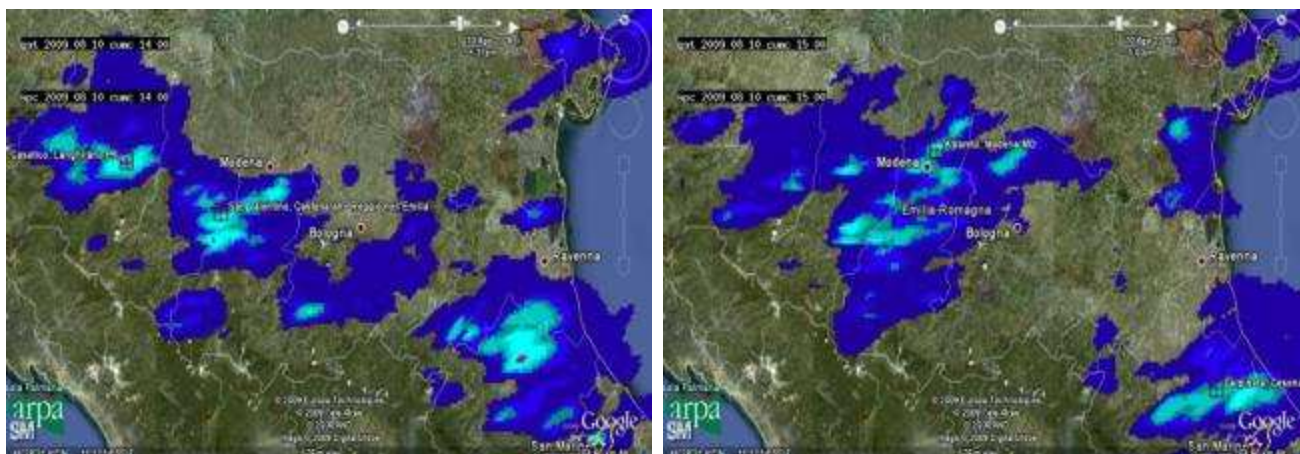


Fig. 4.1.8 : Mappa di precipitazione cumulata oraria del 10/08/2009 alle 14:00 (in alto) e 15:00 UTC (in basso)

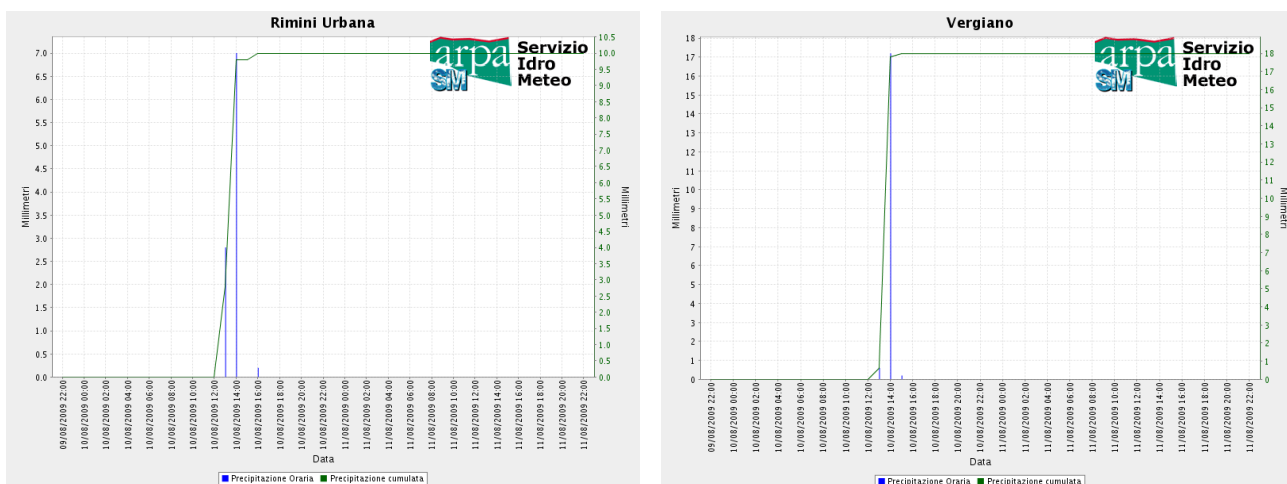


Fig. 4.1.9: precipitazione oraria e cumulata registrata dai pluviometri Rimini urbana e Vergiano nel periodo 10-12 agosto 2009.

4.1.2 Analisi del vento

Considerando le analisi di COSMO-I7 (Fig. 4.1.10), i venti in prossimità della costa riminese risultano comunque inferiori a 6 m/s nel periodo di massima intensità che si registra nella serata del 10 agosto. In prossimità dell'apertura degli scarichi (pomeriggio del 10), i venti hanno provenienza da Est, poi iniziano a ruotare in senso orario durante il periodo di apertura fino ad assumere una provenienza dal quadrante nord-occidentale alla chiusura degli scarichi (sera-notte del 10). Nel corso della giornata dell'11 agosto l'intensità del vento tende a diminuire, con rotazione della provenienza dal quadrante nord-occidentale al quadrante nord-orientale.

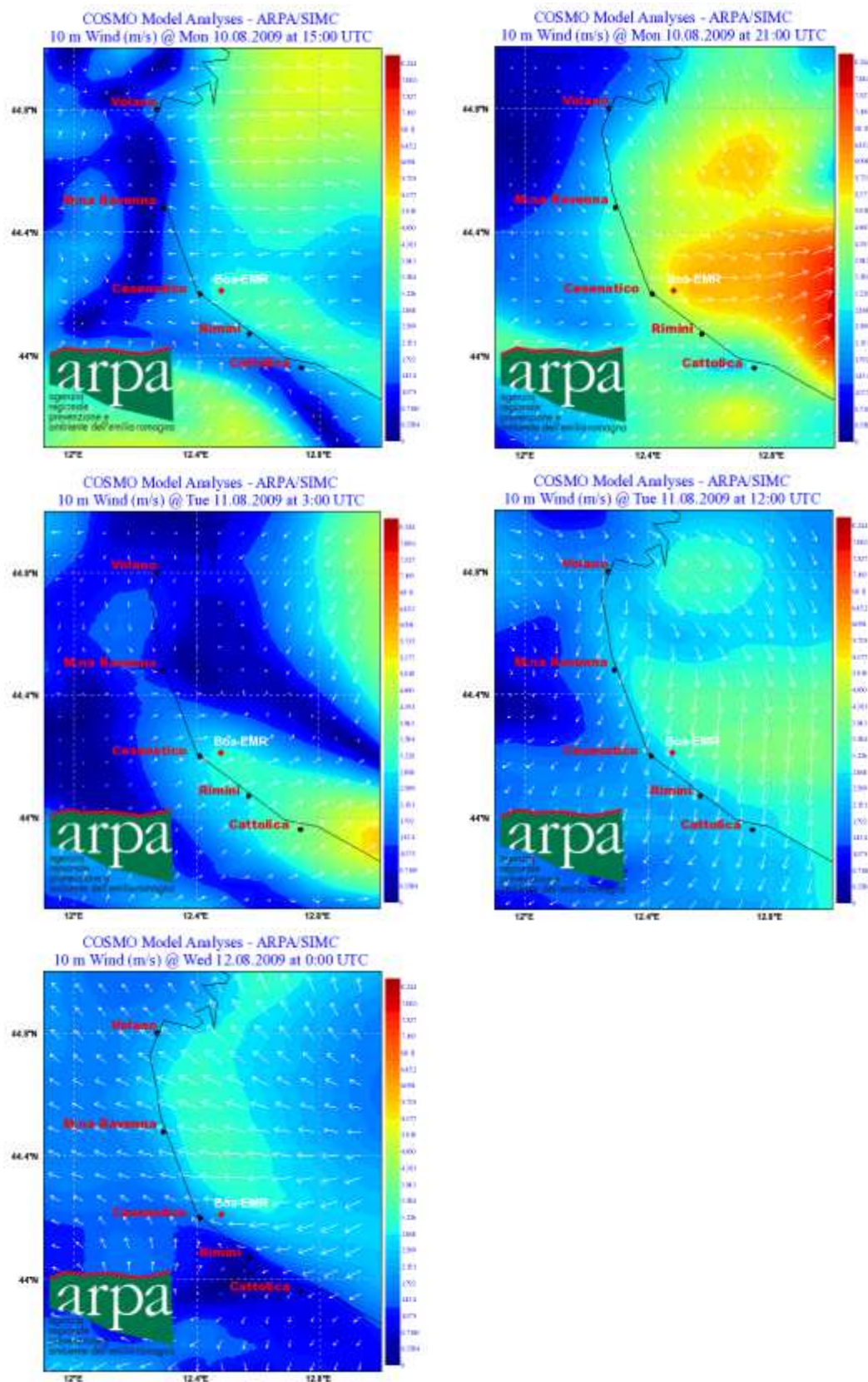


Fig. 4.1.10: previsioni di vento a 10 m dal suolo.

4.1.3 Analisi delle condizioni marine

Considerando le misure della boa ondometrica Nausicaa (Fig. 4.1.11), risulta mare calmo nelle giornate del 10 e 11 agosto e mare mosso solo a partire dal pomeriggio del 12 agosto (con altezza d'onda significativa massima poco inferiore a 1 m).

Le previsioni del modello SWAN - Emilia Romagna (Fig. 4.1.12) indicano che il moto ondoso nei pressi della costa risulta contenuto (altezza significativa inferiore a 0.5 m) per tutta la giornata del 10, con leggero rinforzo al largo durante la notte ed il mattino del giorno 11 (altezza significativa inferiore a 0.8 m). L'altezza significativa dell'onda torna ad essere inferiore a 0.5 m nel corso del pomeriggio del giorno 11 su tutto il dominio analizzato. Non è evidente una direzione prevalente di provenienza delle onde per il giorno 10, mentre la direzione prevalente di provenienza delle onde per il giorno 11 è Nord-Est.

Le previsioni del modello AdriaROMS (Fig. 4.1.13) indicano che la corrente marina in superficie risulta molto debole nei pressi della costa (velocità inferiore a 0.15 m/s) per tutto il periodo analizzato. Non è evidente una direzione prevalente di propagazione per la corrente.

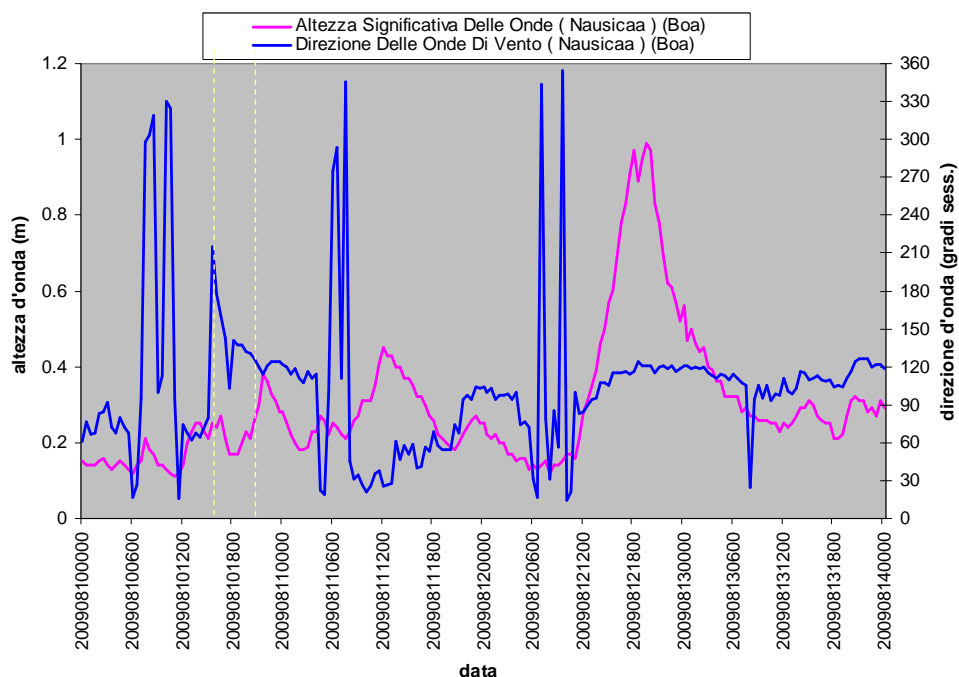


Fig. 4.1.11: altezza significativa e direzione delle onde rilevate nel periodo 10-13 agosto 2009 dalla boa ondometrica Nausicaa dell'Emilia-Romagna installata al largo di Cesenatico. Le linee verticali in giallo evidenziano il periodo di apertura degli scarichi.

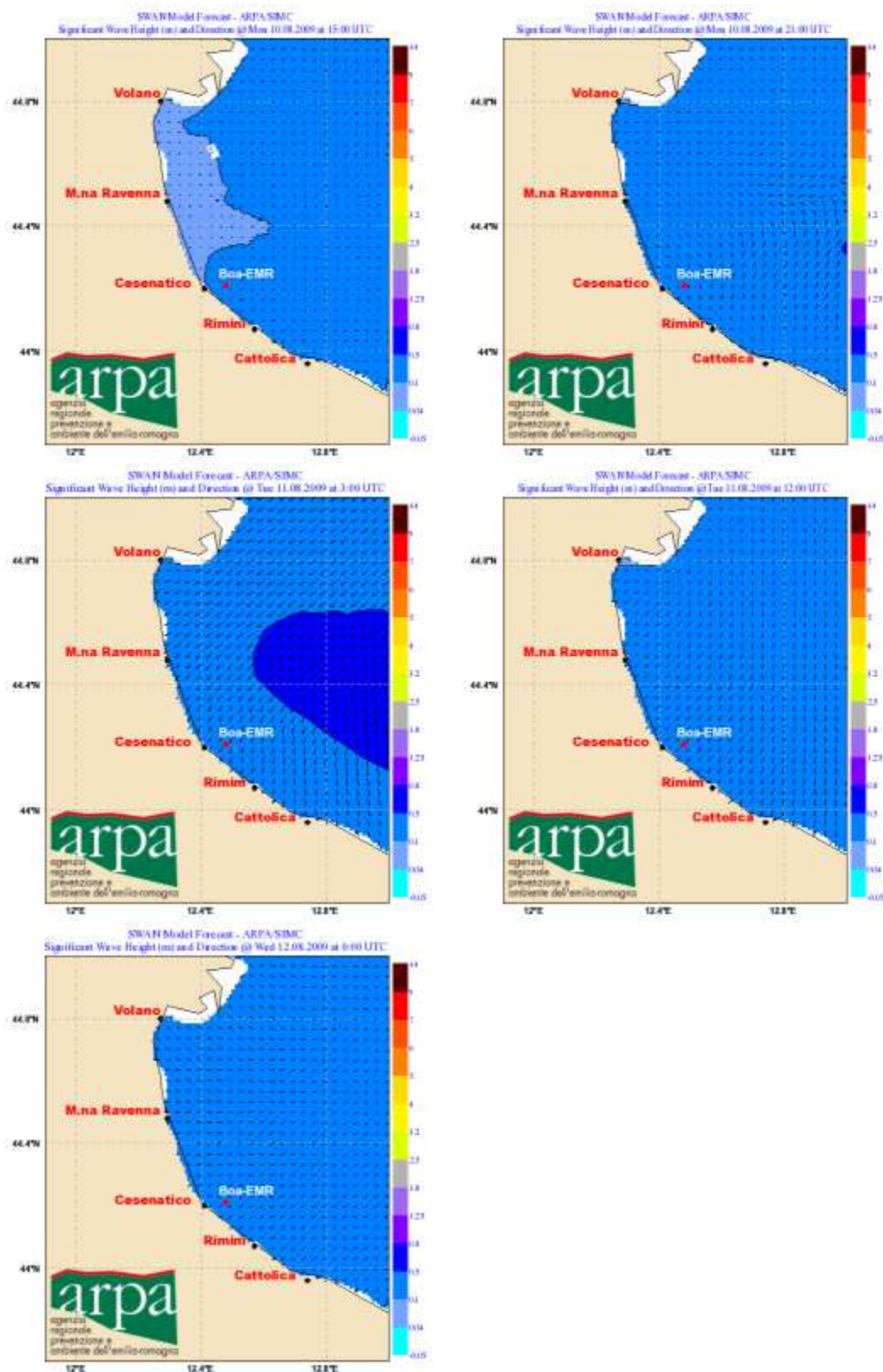


Fig. 4.1.12: previsioni di altezza significativa e direzione delle onde.

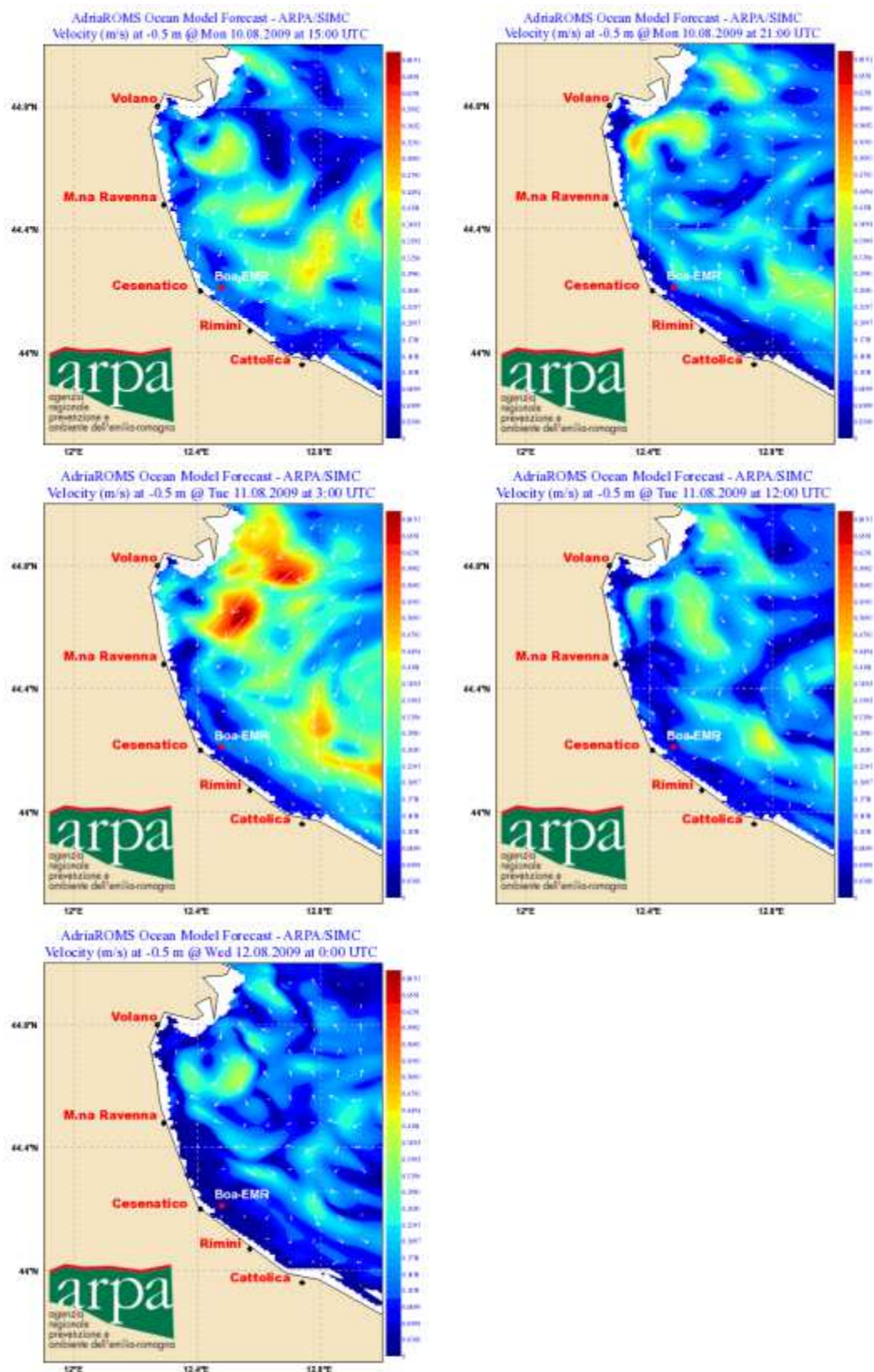


Fig. 4.1.13: previsioni di velocità e direzione della corrente marina in superficie.

4.2 Caso studio rappresentativo di evento di mareggiata da Sud-Est (scirocco): 2-6 maggio 2010

In Tab. 4.2.1 è riportato l'elenco degli scarichi aperti in occasione dell'evento selezionato.

scarico	data apertura	data chiusura	durata apertura (minuti)
Kennedy	2/5/10 18:41	3/5/10 16:47	1326

Tab. 4.2.1: apertura e chiusura degli scarichi in occasione dell'evento 2-6 maggio 2010.

4.2.1 Descrizione meteorologica dell'evento e analisi della precipitazione

L'esame delle mappe dell'altezza del geopotenziale in a 500 hPa (circa 5500 metri di altezza) nel periodo dal 2 al 7 maggio 2010 (Fig. 4.2.1) evidenzia la nascita e l'evoluzione di una ciclogenesi sotto vento alle Alpi. Il ciclone principale, contrassegnato sulle mappe da una A gialla transita dal Mare del Nord verso il Baltico, richiamando masse d'aria dal Mediterraneo, a sua volta l'interazione della circolazione atmosferica con il Massiccio Centrale e le Alpi favorisce la formazione di un ciclone secondario sul golfo di Genova che si separa dal flusso principale delle correnti che continuano a scorrere a latitudini più settentrionali. Il 2 ed il 3 maggio sul Mediterraneo era presente una massa d'aria umida e temperata. Il veloce passaggio di una perturbazione in quota di piccola ampiezza, rappresentata sulle corrispondenti mappe di analisi del geopotenziale a 500 hPa da una linea rossa, ha determinato la formazione di una circolazione depressionaria al suolo, associata a venti provenienti da sud sud-ovest lungo il Tirreno e da sud-est sull'Adriatico, dove hanno assunto maggiore intensità nella giornata del 3.

La massa d'aria umida presente negli strati bassi, nel suo moto di risalita, forzato sia dalla presenza del minimo di pressione sia dall'ostacolo orografico delle Alpi marittime e della catena appenninica ha determinato precipitazioni diffuse sull'Italia centro-settentrionale che hanno assunto particolare rilievo sul versante sud-occidentale dell'appennino tosco-emiliano nella giornata del 2 maggio (Fig. 4.2.2). Il giorno 3, lo spostamento dell'asse della perturbazione e del minimo depressionario sulla Valpadanacentrale ha fatto sì che le precipitazioni si concentrassero sui settori di levante della penisola (Fig. 4.2.3). Dal 4 al 5 maggio la formazione di una ciclogenesi sul golfo ligure, al seguito dell'intrusione di masse d'aria di origine polare-marittima ha determinato condizioni di spiccato maltempo sull'Italia del nord con precipitazioni intense e diffuse con forti venti di Mistral al largo della Sardegna e rotazione del vento da sud-est lungo la costa adriatica, intorno al raggio di azione del minimo depressionario presente sul Tirreno (Fig. 4.2.2). Nelle giornate del 6 e del 7 la perturbazione, pressoché stazionaria sulla nostra penisola si è lentamente esaurita e con essa i fenomeni al suolo associati.

Per quanto riguarda in dettaglio la zona del riminese, la precipitazione viene registrata dalle stazioni di Rimini Urbana e Vergiano (Fig. 4.2.4) a partire dalla mattina del giorno 2 e prosegue per tutta giornata, con brevi interruzioni nel corso della mattina e del pomeriggio, esaurendosi nella notte tra i giorni 2 e 3. Le cumulate di pioggia sono comprese tra 11 e 14 mm circa, con intensità orarie più alte per il pluviometro nella zona interna (valore orario massimo intorno a 2 mm/h).

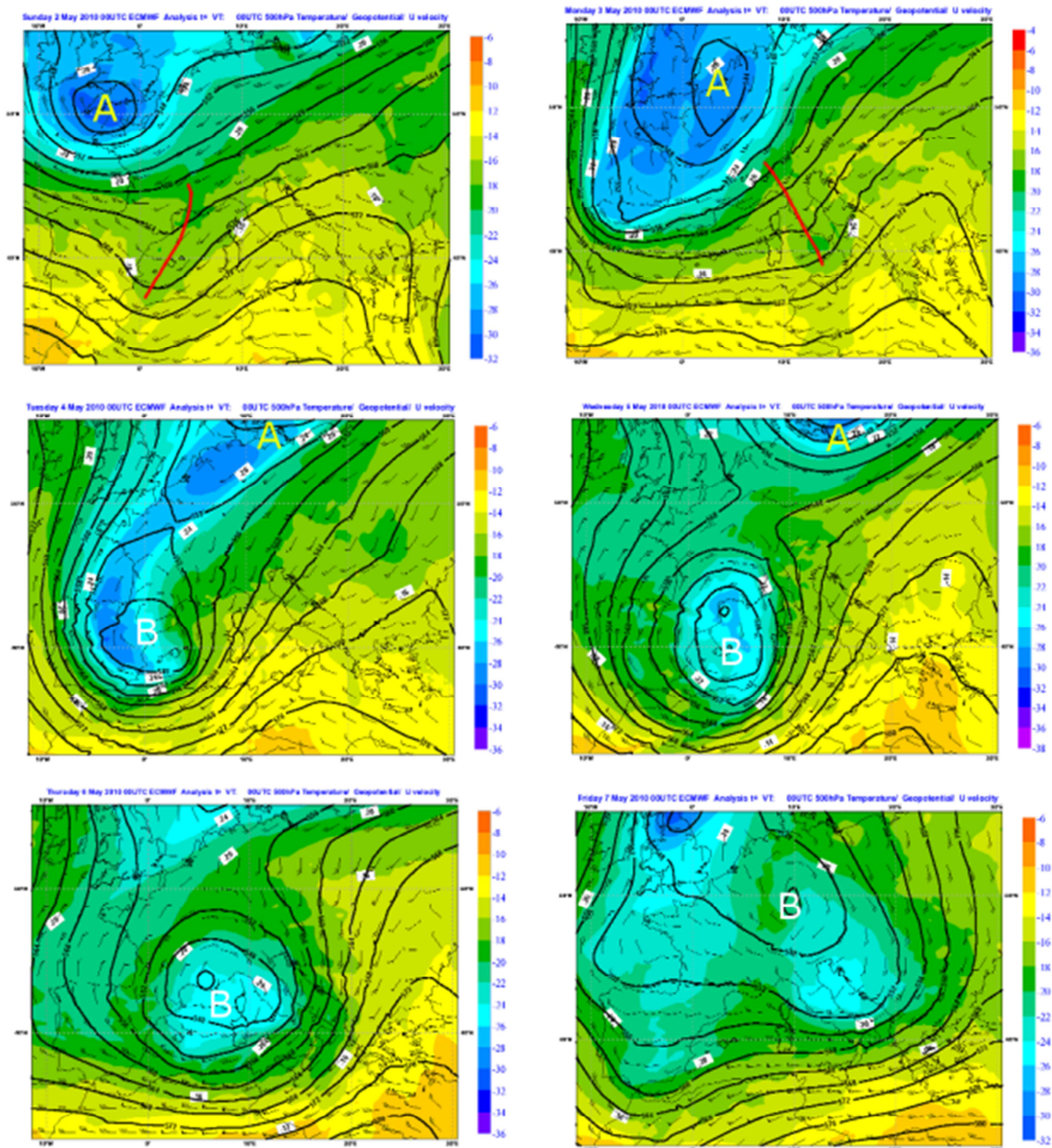


Figura 4.2.1 : Altezza del geopotenziale, temperatura e vento al livello di 500 hPa alle ore 0 U.T.C., dal 2 al 7 maggio 2010

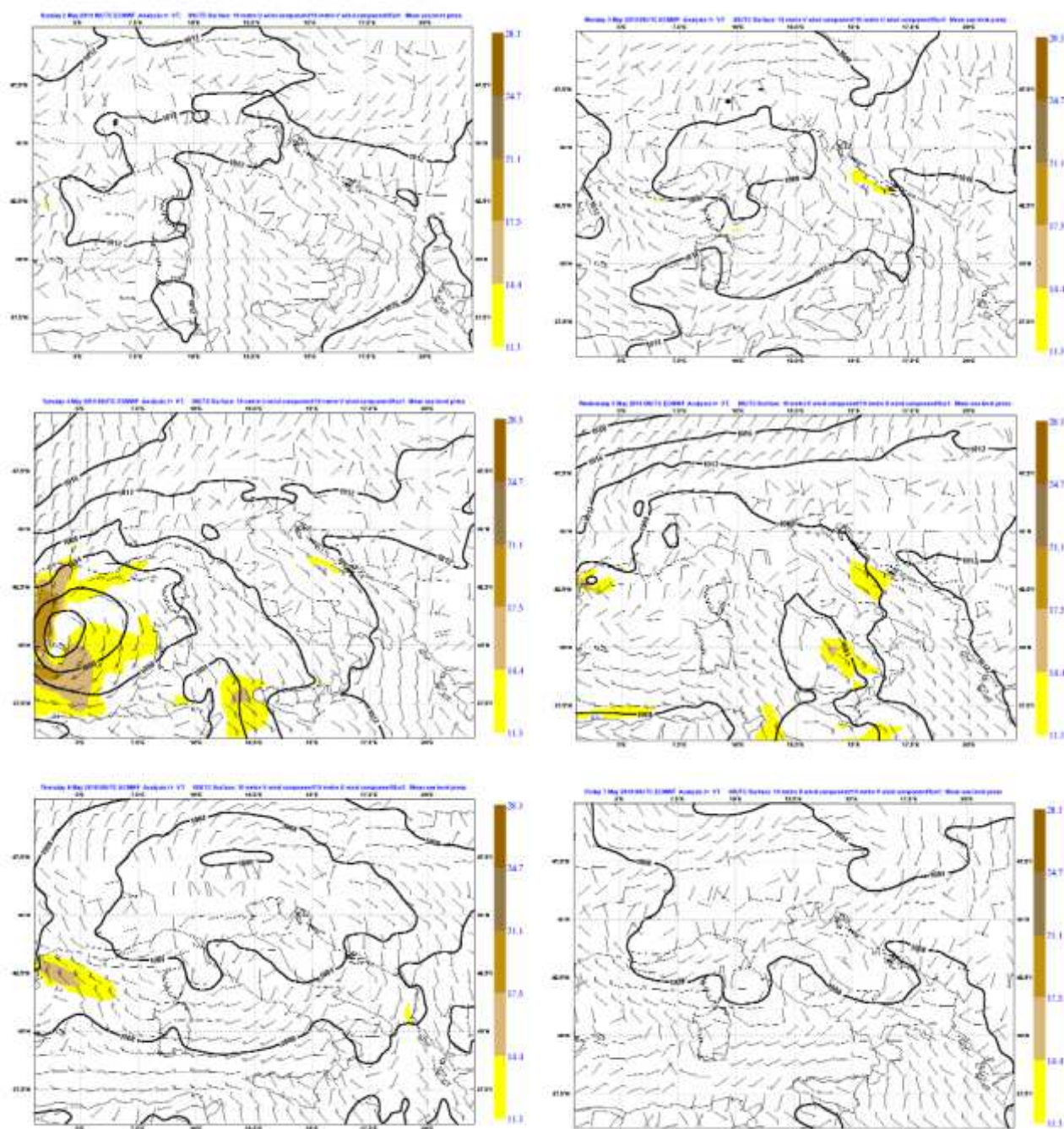


Figura 4.2.2 : Analisi della pressione sul livello del mare e del vento a 10 metri dal suolo delle ore 0 U.T.C., dal 2 al 7 maggio 2010

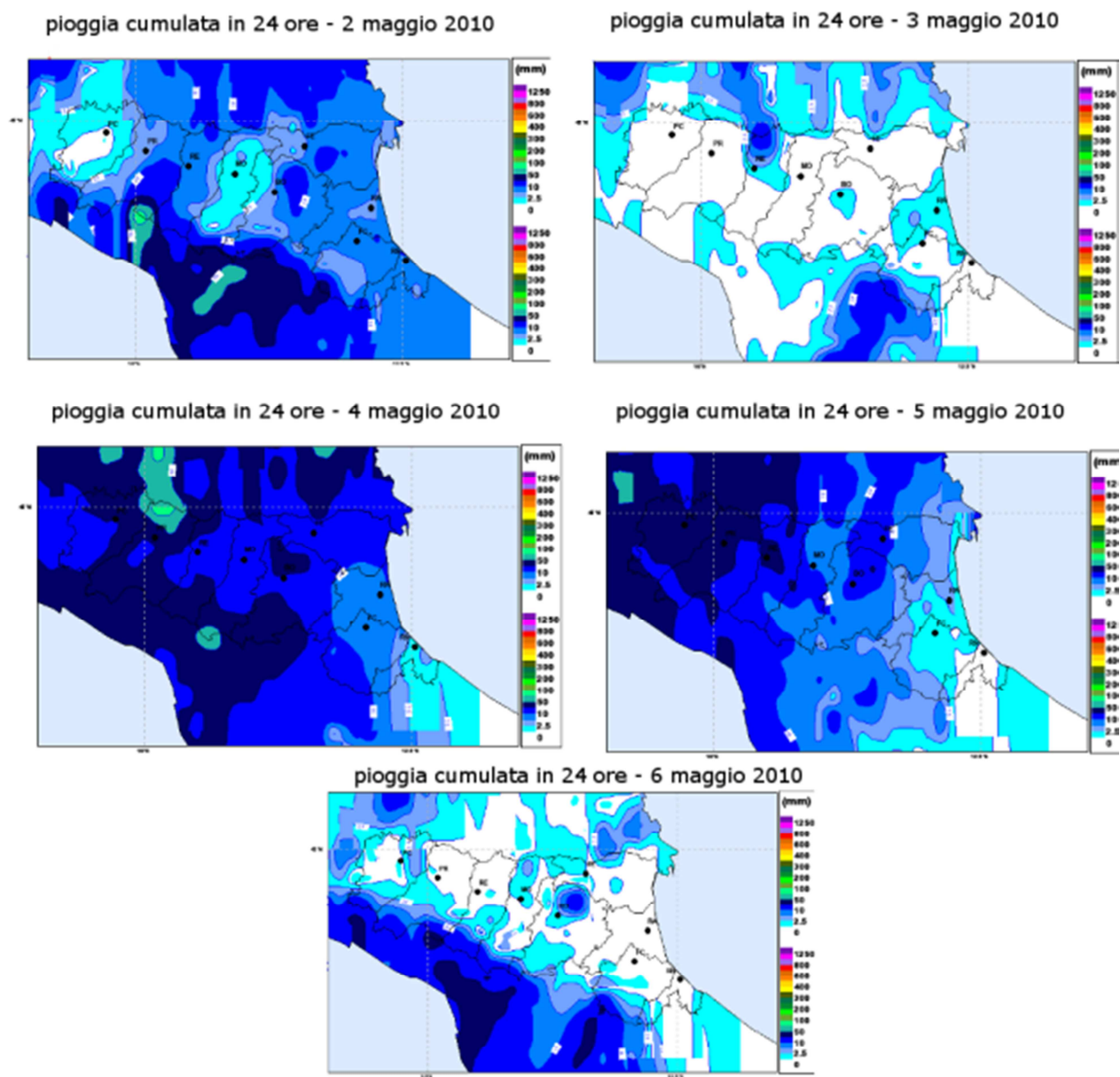


Figura 4.2.3 : Mappe di pioggia cumulata in 24 ore per i giorni 2, 3, 4, 5 e 6 maggio 2010

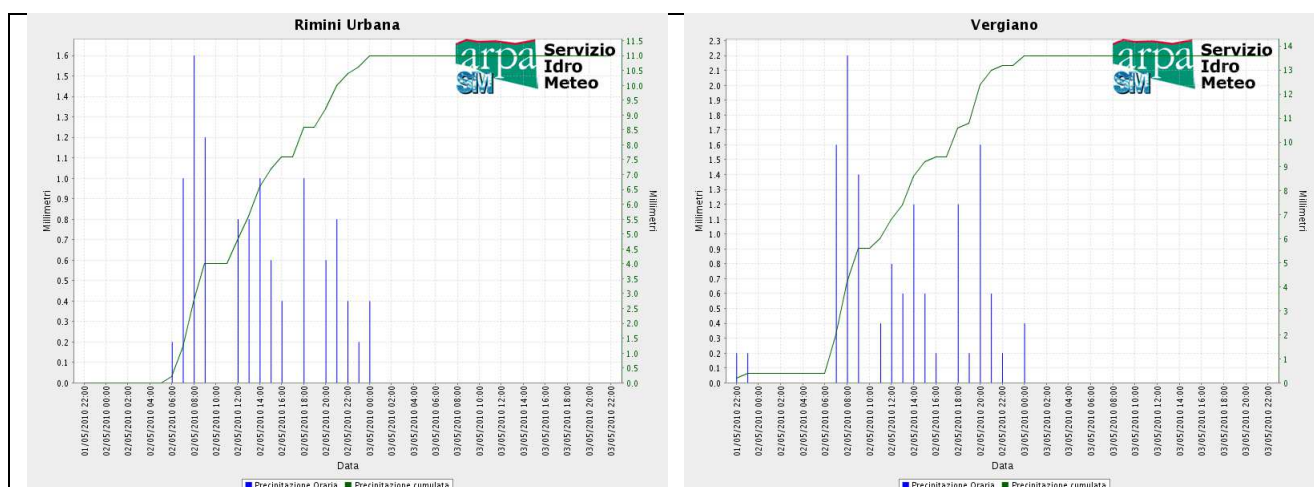
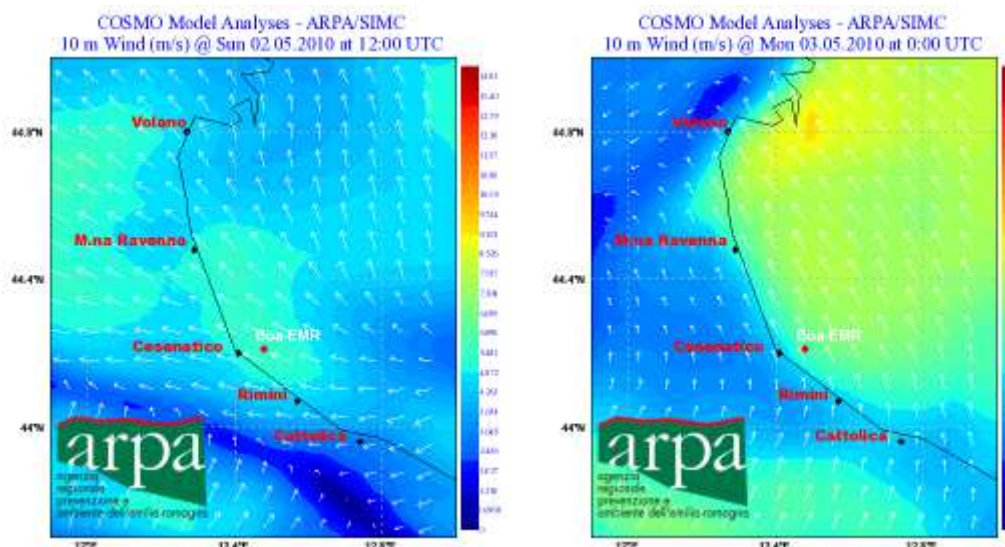


Fig. 4.2.4: precipitazione oraria e cumulata registrata dai pluviometri Rimini urbana e Vergiano nel periodo 2-3 maggio 2010.

4.2.2 Analisi del vento

Considerando le analisi di COSMO-17 (Fig. 4.2.5), i venti in prossimità della costa riminese risultano comunque inferiori a 7 m/s nel periodo di massima intensità che si registra nella mattina del 3 maggio. In prossimità dell'apertura degli scarichi nel pomeriggio del 2 maggio, i venti hanno provenienza da Est, poi iniziano a ruotare in senso orario a partire dalla sera del 2 fino ad assumere una provenienza da Sud la notte tra il 2 e il 3. Nel corso della mattina del 3 la provenienza si mantiene nel quadrante sud-occidentale, mentre nel corso del pomeriggio del 3, alla chiusura degli scarichi, i venti tendono a provenire dai quadranti orientali, attenuandosi nella serata. Una ripresa nell'intensità del vento si registra nel corso della mattina del 4 maggio, con prevalente direzione dal quadrante sud-orientale.



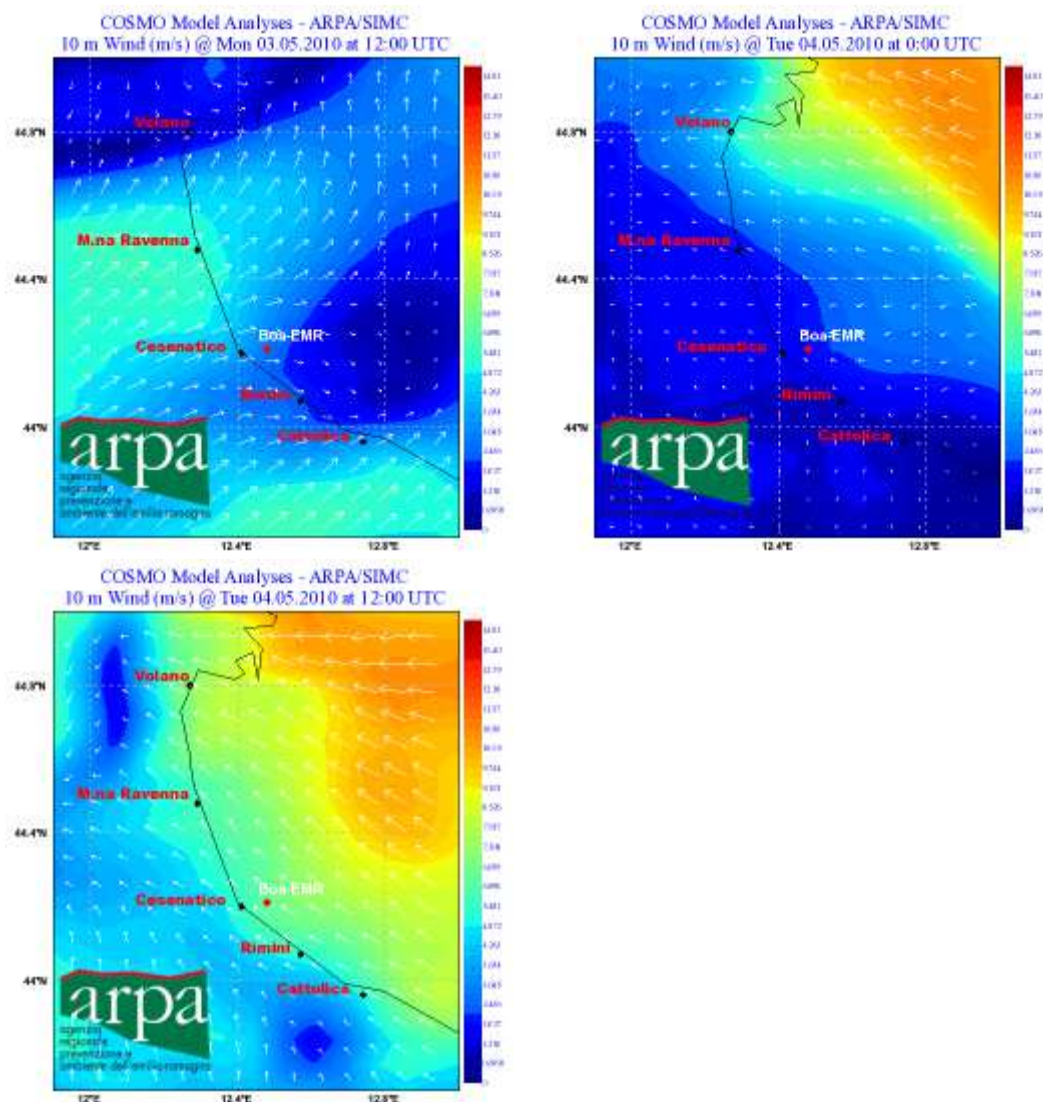


Fig. 4.2.5: previsioni di vento a 10 m dal suolo.

4.2.3 Analisi dello stato del mare

Considerando le misure della boa ondometrica Nausicaa (Fig. 4.2.6), risulta moto ondoso in intensificazione a partire dal pomeriggio del giorno 2 (altezza d'onda significativa massima poco inferiore a 0.7 m), segue una fase di attenuazione che prosegue fino al primo pomeriggio del giorno 3. Successivamente il moto ondoso si intensifica progressivamente, rimanendo sostenuto fino al giorno 6, raggiungendo valori di altezza d'onda significativa massima compresi tra 1.2 e 1.3 m. La direzione di provenienza delle onde è da Sud-Est per il giorno 2 e prevalentemente da Est per i giorni successivi.

Le previsioni del modello SWAN - Emilia Romagna (Fig. 4.2.7) indicano che il moto ondoso nei pressi della costa e al largo risulta contenuto (altezza significativa dell'onda inferiore a 0.5 m) per tutta la giornata del 2. Il moto ondoso inizia ad intensificarsi nel corso della notte tra il 2 e 3 maggio, con direzione prevalente di provenienza delle onde dal

quadrante sud-orientale che si mantiene costante per tutta la giornata (altezza significativa dell'onda inferiore a 0.8 m in prossimità della costa ed inferiore a 1.25 m al largo). Un'ulteriore intensificazione del moto ondoso, sempre di provenienza dal quadrante sud-orientale, risulta a partire dalle prime ore del giorno 4 (altezza significativa dell'onda inferiore a 1.25 m in prossimità della costa ed inferiore a 1.8 m al largo), proseguendo anche nel giorno 5.

Le previsioni del modello AdriaROMS (Fig. 4.2.8) indicano che la corrente marina in superficie nei pressi della costa risulta più forte ad inizio e fine del periodo analizzato (velocità intorno a 0.3 m/s). La direzione prevalente di propagazione per la corrente è verso Nord-Ovest durante il periodo di apertura dello scarico; successivamente ruota in senso orario verso la direzione Est nella notte tra il 3 e il 4 maggio per poi avere nuovamente direzione Nord-Ovest nel pomeriggio del giorno 4.

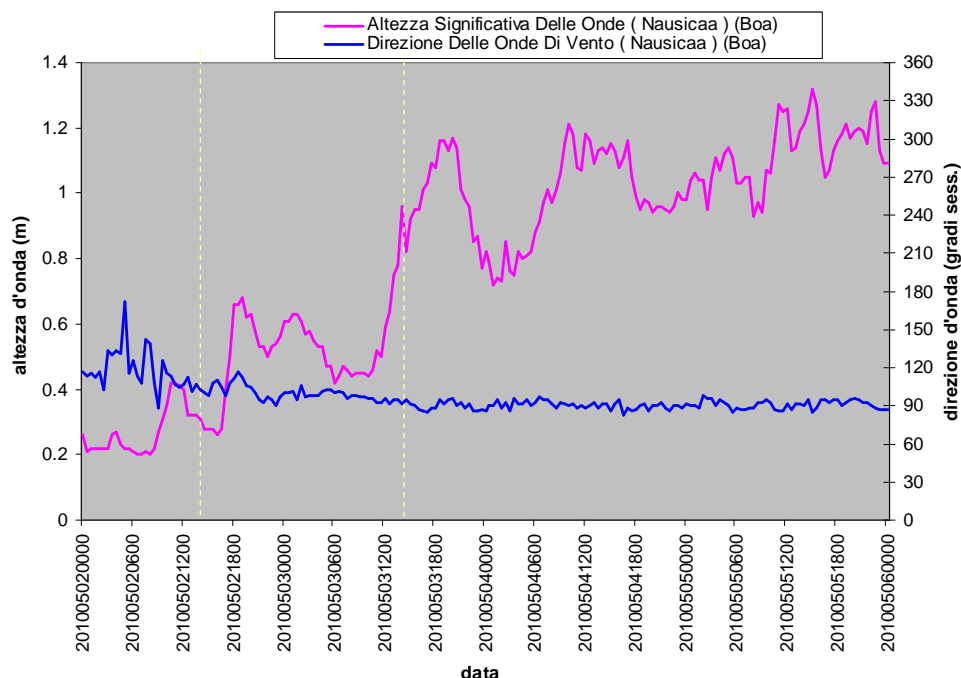


Fig. 4.2.6: Altezza significativa e direzione delle onde rilevate nel periodo 2-5 maggio 2010 dalla boa ondamentrica Nausicaa dell'Emilia-Romagna installata al largo di Cesenatico. Le linee verticali in giallo evidenziano il periodo di apertura degli scarichi.

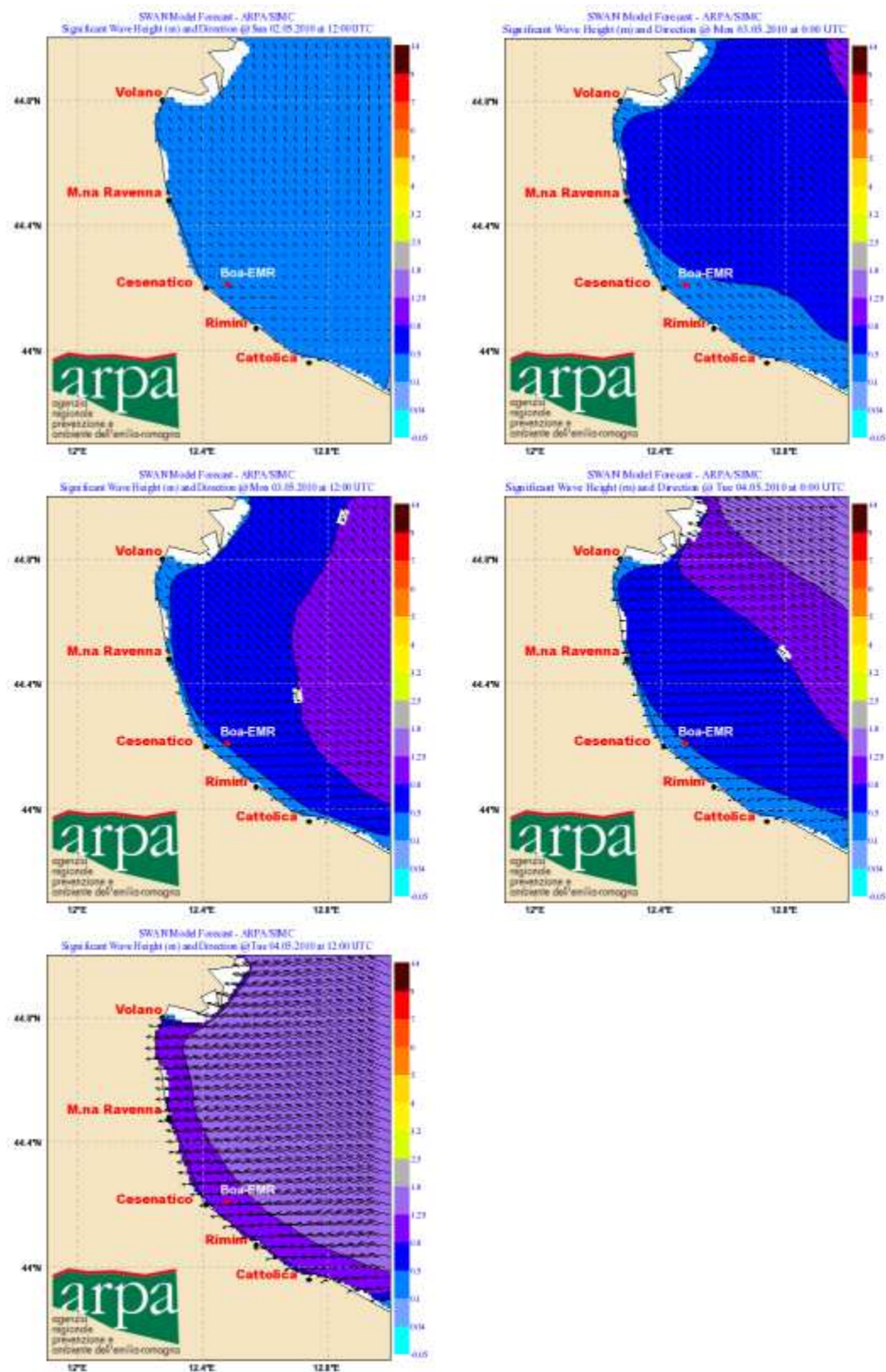


Fig. 4.2.7: previsioni di altezza significativa e direzione delle onde.

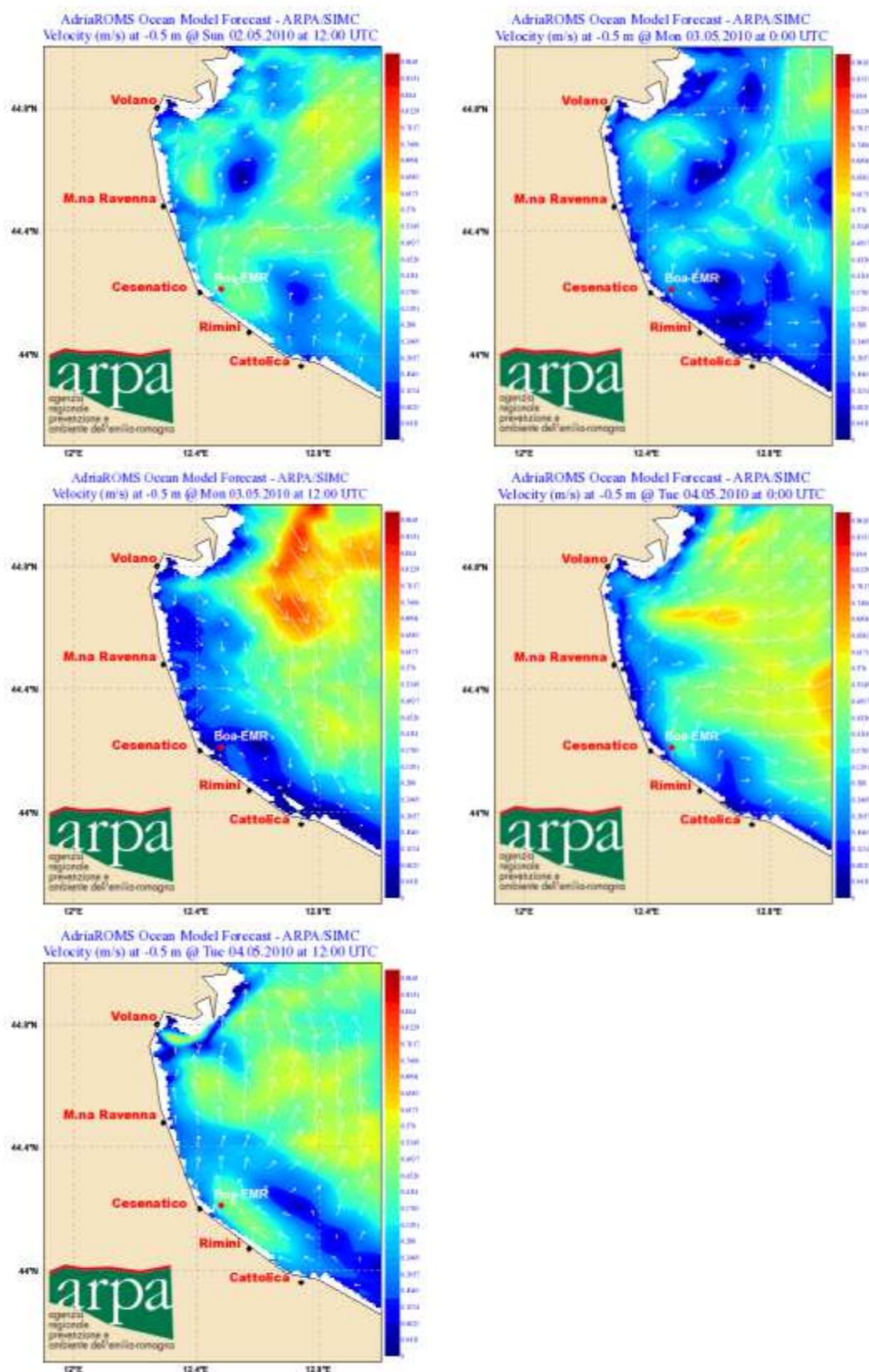


Fig. 4.2.8: previsioni di velocità e direzione della corrente marina in superficie.

4.3 Caso studio rappresentativo di evento di mareggiata da Nord-Est (bora): 13-17 settembre 2012

In Tab. 4.3.1 è riportato l'elenco degli scarichi aperti in occasione dell'evento selezionato.

scarico	data apertura	data chiusura	durata apertura (minuti)
Kennedy	13/09/12 08:19	13/09/12 23:46	927
Colonnella 1	13/09/12 07:43	13/09/12 17:56	613
Colonnella 2	13/09/12 07:52	13/09/12 22:58	906
Rodella	13/09/12 07:55	13/09/12 19:03	668
Roncasso	13/09/12 07:55	13/09/12 19:03	668

Tab. 4.3.1: apertura e chiusura degli scarichi in occasione dell'evento 13-17 settembre 2012.

4.3.1 Descrizione meteorologica dell'evento e analisi della precipitazione

Nella giornata di mercoledì 12 settembre (Figg. 4.3.1 e 4.3.2) un'ampia saccatura di origine atlantica con un minimo localizzato a nord delle isole britanniche si porta in corrispondenza dell'arco alpino. Il fronte freddo ad essa associato valica le Alpi ed irrompe in Pianura Padana. Contemporaneamente, al suolo si forma un nucleo di bassa pressione in corrispondenza del Mar Ligure che tende a traslare verso Sud-Est apportando fenomeni temporaleschi sull'Appennino occidentale nel primissimo pomeriggio del 12.

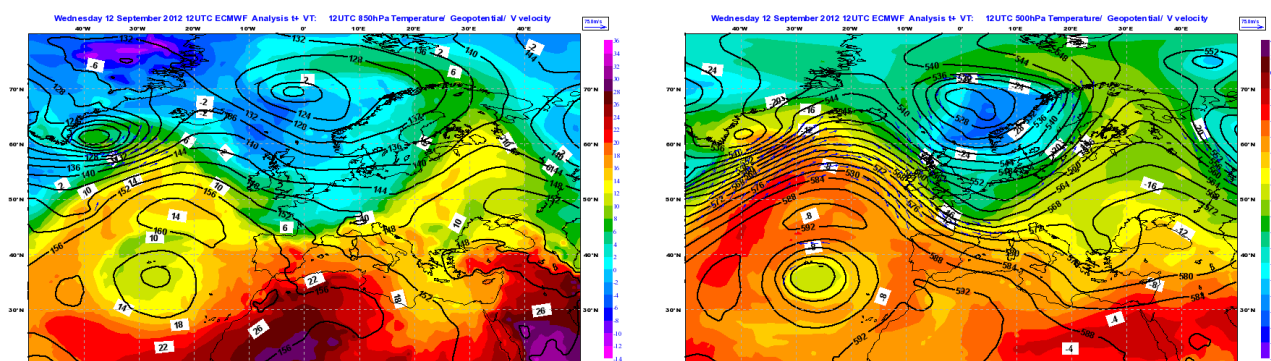


Fig.4.3.1:- Mappe di analisi (da modello globale ECMWF) di temperatura, velocità del vento e geopotenziale a 850 hPa (a sinistra) e a 500hPa (a destra) del 12/9/2012 alle 12 UTC.

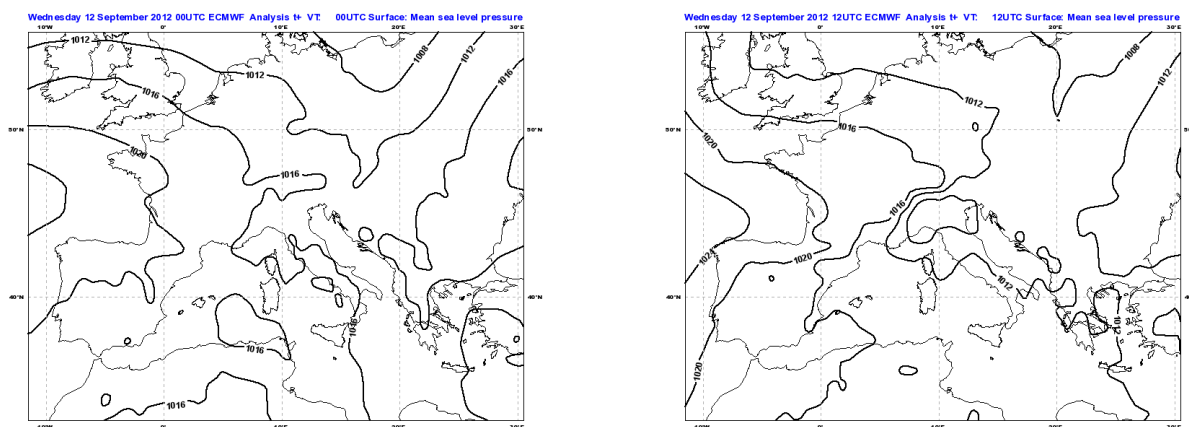


Fig. 4.3.2 : Mappe di analisi (da modello globale ECMWF) della pressione al livello medio del mare del 12/9/2012 alle 00UTC (a sinistra) e alle 12 UTC (a destra)

Successivamente, il maltempo si sposta verso Sud-Est (Figg. 4.3.3 e 4.3.4) interessando l'intera regione e il suo settore orientale nelle prime ore del mattino di giovedì 13 con fenomeni precipitativi localmente anche a carattere di rovescio e/o temporale. Già nella tarda mattina del 13 il minimo depressionario, incalzato anche dalla rimonta dell'anticiclone delle Azzorre, si porta verso l'Italia meridionale determinando il progressivo esaurimento dei fenomeni sul territorio della nostra Regione.

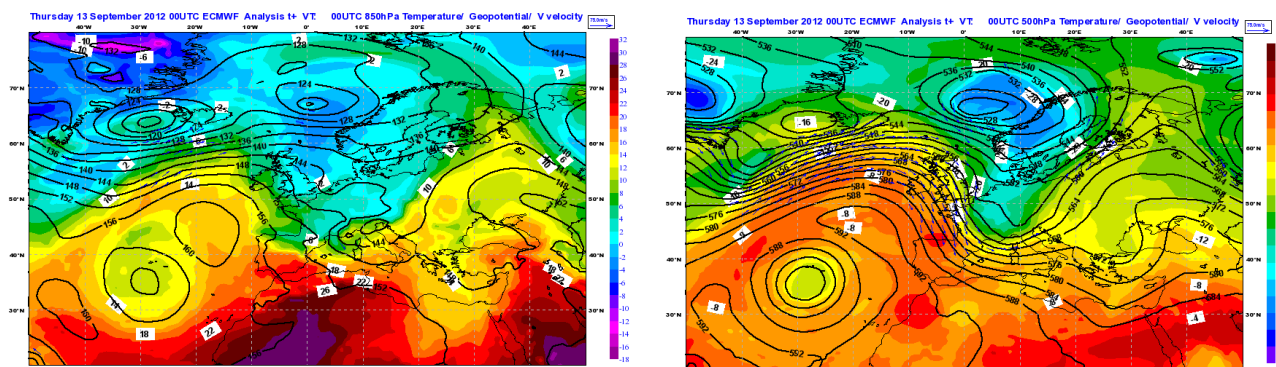


Fig. 4.3.3: Mappe di analisi (da modello globale ECMWF) di temperatura, velocità del vento e geopotenziale a 850 hPa (a sinistra) e a 500hPa (a destra) del 13/9/2012 alle 00 UTC.

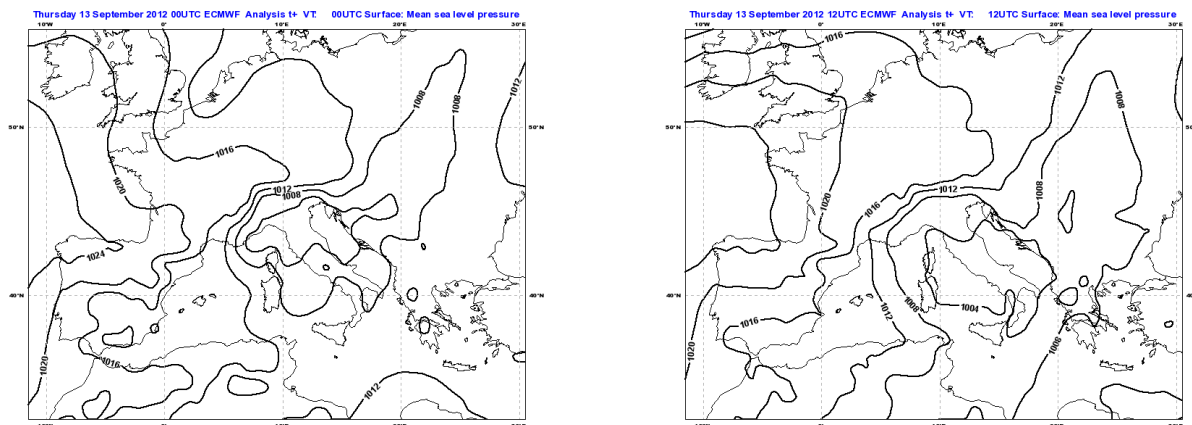


Fig. 4.3.4 : Mappe di analisi (da modello globale ECMWF) della pressione al livello medio del mare del 13/9/2012 alle 00UTC (a sinistra) e alle 12 UTC (a destra)

Le precipitazioni hanno inizio la mattina del 12 settembre, quando i primi fenomeni interessano il Nord Italia ed in particolare la regione Prealpina centro-orientale (Fig. 4.3.5). Successivamente, mentre il sistema sulle Prealpi, in movimento verso Sud/Sud-Est, si estende alla pianura, sull'Appennino Nord-Occidentale si sviluppano temporali che, da Ovest, interessano l'intera Pianura Padana nel pomeriggio (Fig. 4.3.6). In serata le estese precipitazioni, provenienti dal sistema da Nord-Ovest, continuano ad interessare il nostro territorio (Fig. 4.3.7). Nelle prime ore del giorno 13 due fasce di precipitazione con direzione Sud-Ovest/Nord-Est interessano la Pianura Padana centrale, l'alto Adriatico e le Marche (Fig. 4.3.8). Successivamente le piogge si localizzano sul versante Adriatico, in esaurimento dal pomeriggio (Fig. 4.3.9).

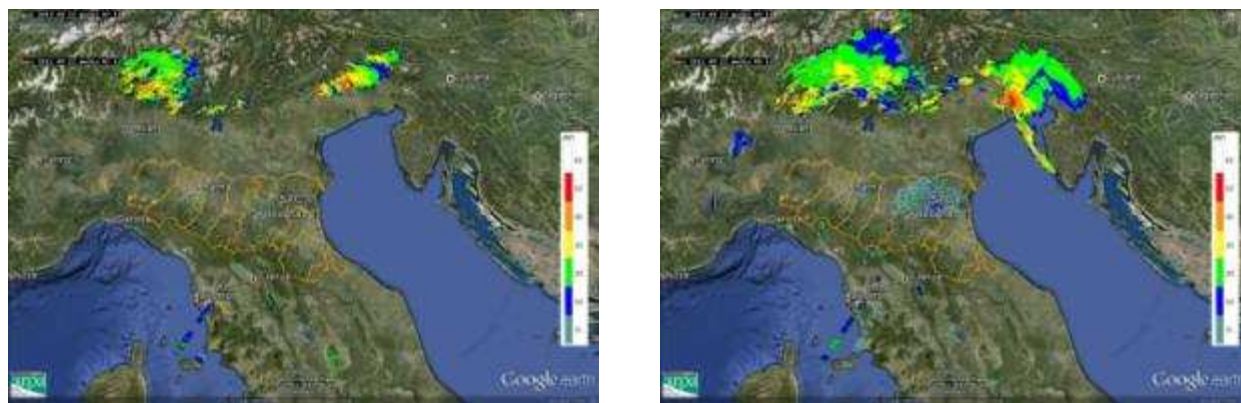


Fig. 4.3.5: Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 07.12 UTC (a sinistra) e alle 09.12 (a destra) UTC.

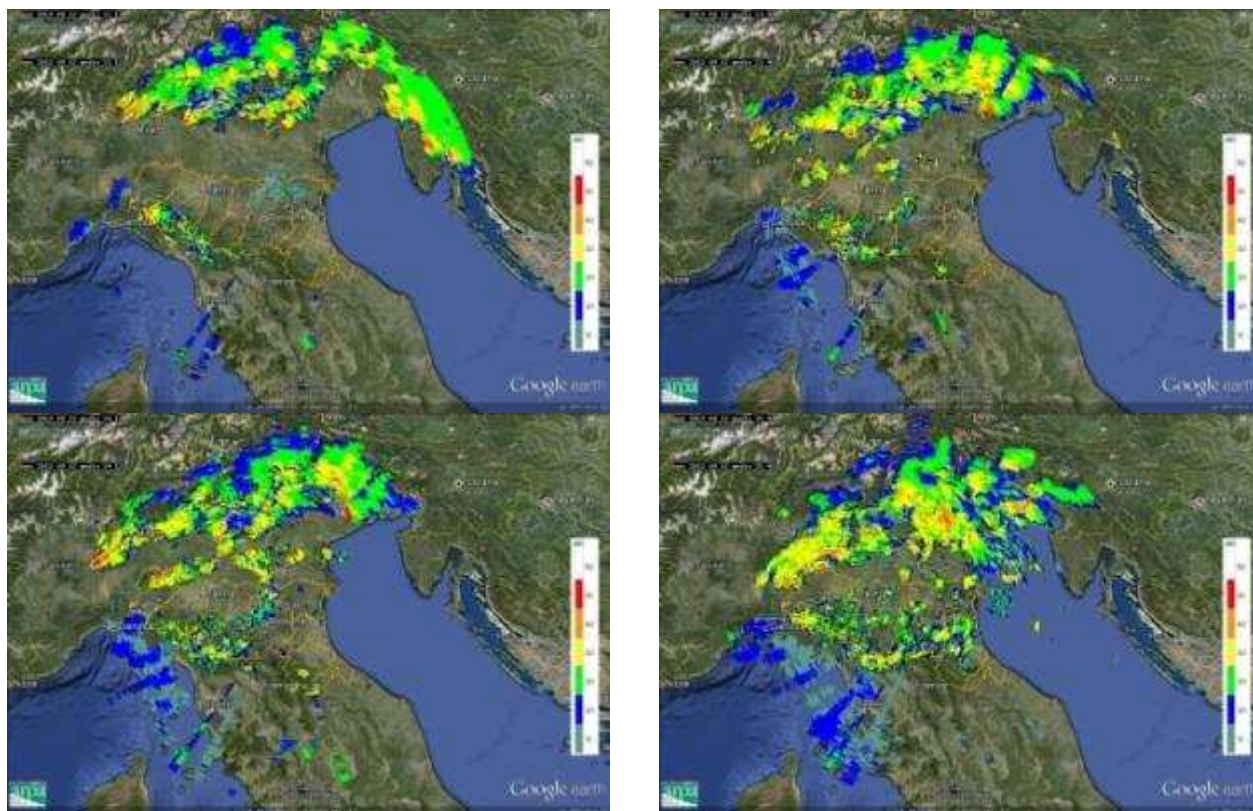
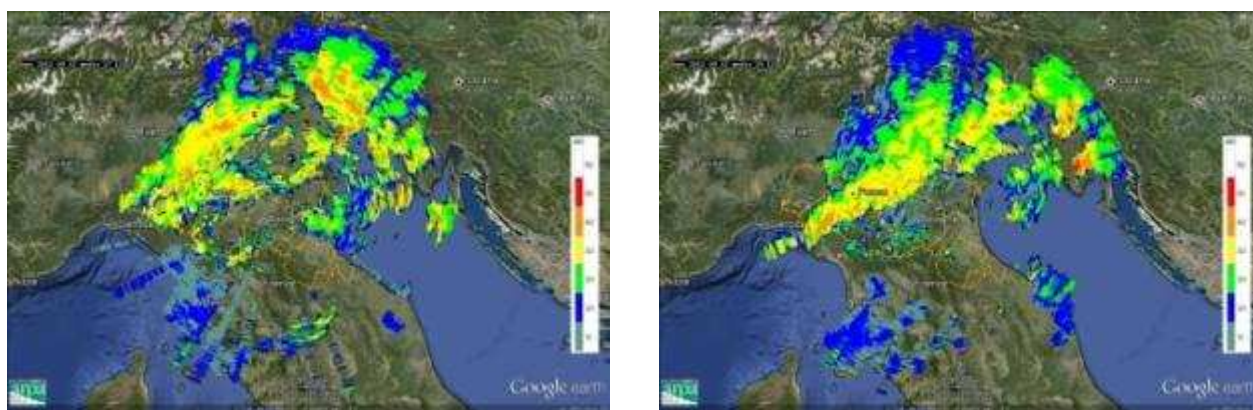


Fig. 4.3.6 : Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 11.12 UTC (in alto a sinistra), alle 13.42 UTC (in alto a destra), alle 13.12 UTC (in basso a sinistra) e alle 15.42 UTC (in basso a destra)



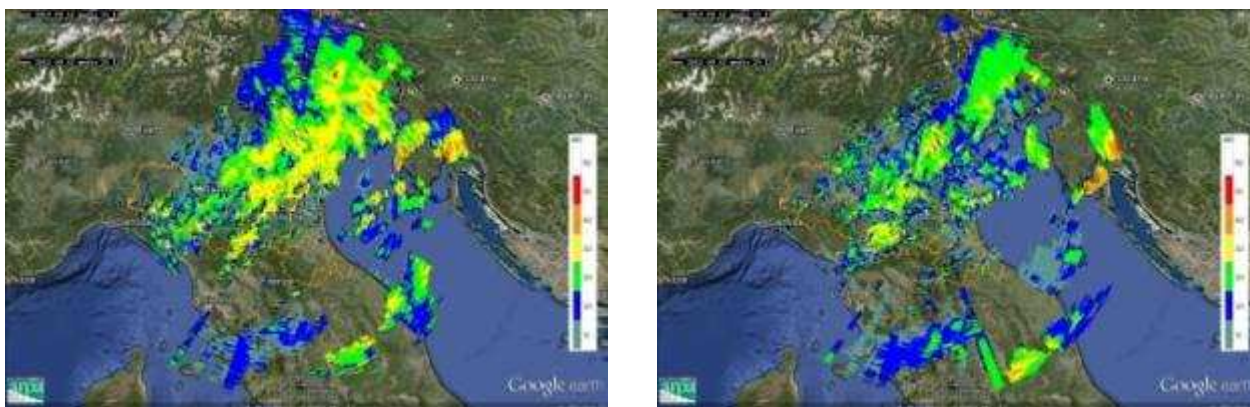


Fig. 4.3.7: Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 17.12 UTC(in alto a sinistra), alle 19.12 UTC (in alto a destra), alle 21.12 UTC (in basso a sinistra) e alle 23.12 UTC (in basso a destra)

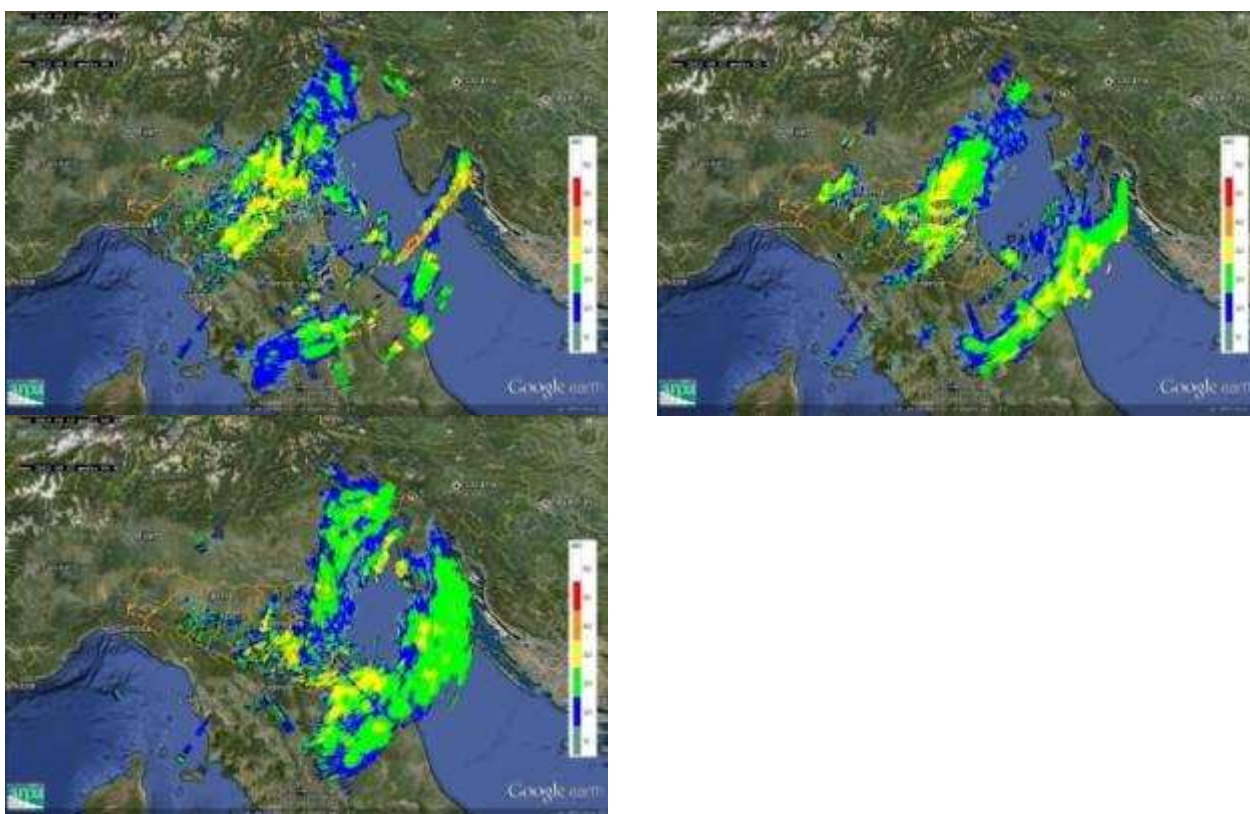


Fig. 4.3.8 : Mappe di riflettività del 13/9/2012 alle 00.12 UTC(in alto a sinistra), alle 02.42 UTC (in alto a destra), alle 04.42 UTC (in basso).

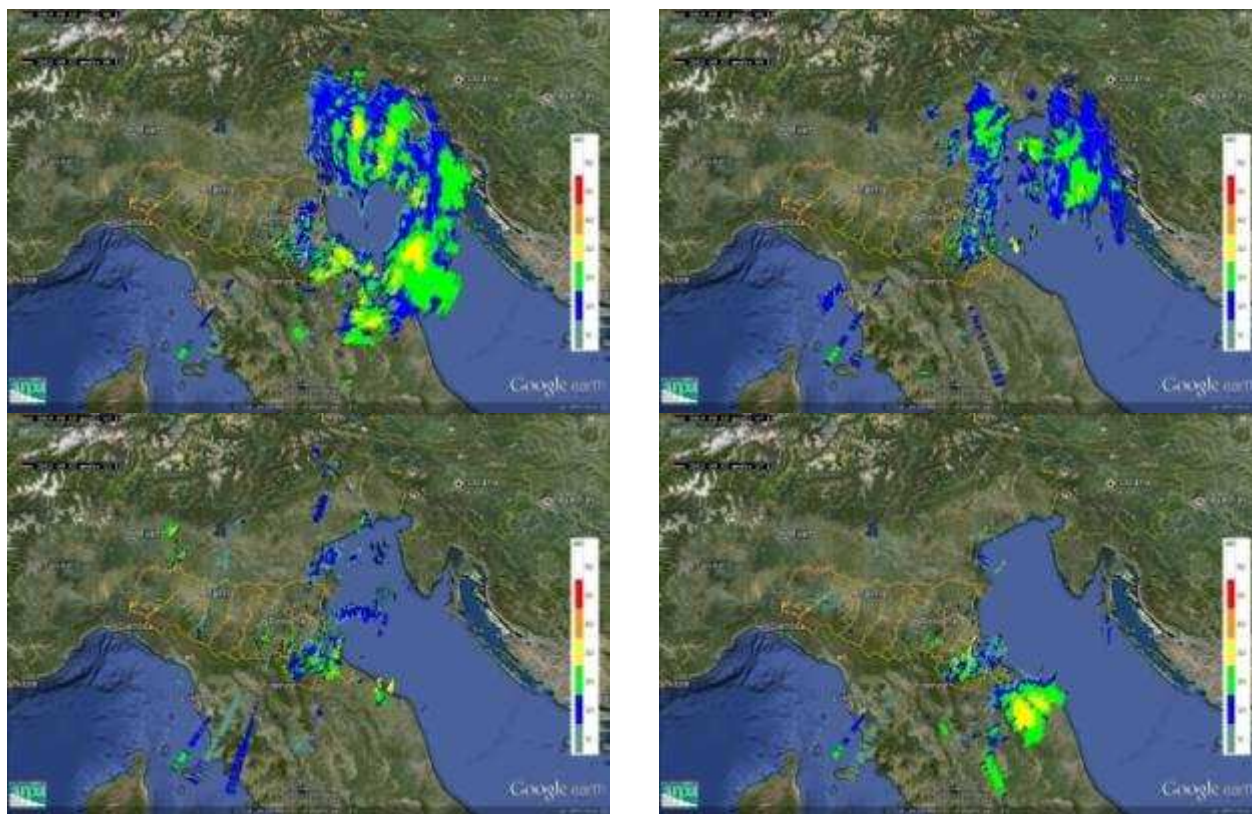


Fig. 4.3.9 : Mappe di riflettività del 13/9/2012 alle 09.12 UTC (in alto a sinistra), alle 13.12 UTC (in alto a destra) e alle 17.12 UTC (in basso)

Le prime precipitazioni entrano in Regione Emilia-Romagna attorno alle 11 UTC a partire dagli Appennini centro-occidentali, per poi estendersi alla pianura del Parmense e del Reggiano (Fig. 4.3.10). Nel corso del pomeriggio permangono le precipitazioni sull'Appennino centro-occidentale, mentre i temporali in pianura, in movimento verso Est, interessano il Modenese e il Bolognese e successivamente la Romagna. Intensi temporali inoltre investono, da Nord-Ovest, la Regione Settentrionale (Fig. 4.3.11). Dalle 17 UTC, mentre gli Appennini sono ancora interessati da precipitazioni, un esteso sistema organizzato proveniente da Nord-Ovest si approfondisce in Regione, portando diffuse precipitazioni, dapprima sulla parte centro-occidentale e poi sul Bolognese e Ferrarese (Fig. 4.3.12). Nel corso della notte tra il 12 e il 13 settembre, un altro impulso di precipitazione interessa l'Appennino centrale e si estende a tutta la Regione centro-orientale creando una banda con direttrice Sud-Ovest/Nord-Est (Fig. 4.3.13). Nella mattina del giorno 13, le precipitazioni, da Est, interessano la costa e successivamente l'Appennino orientale (Fig. 4.3.14). Il pomeriggio del 13 le piogge si verificano soprattutto sul Forlivese e Riminese (Fig. 4.3.15).



Fig. 4.3.10 : Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 11.15 UTC (a sinistra) e alle 12.15 (a destra) UTC.

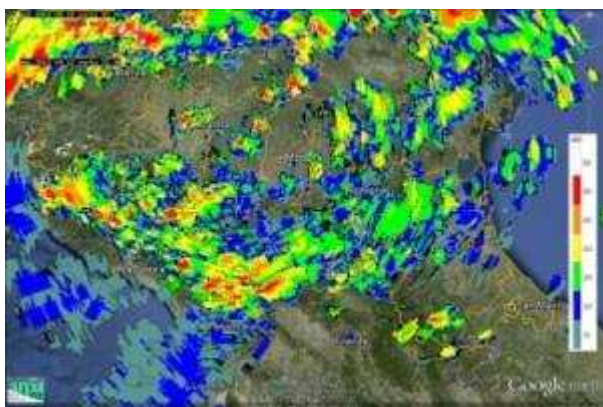


Fig. 4.3.11 : Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 13.30 UTC (in alto a sinistra), alle 14.30 UTC (in alto a destra), alle 15.30 UTC (in basso a sinistra) e alle 16.30 UTC (in basso a destra)

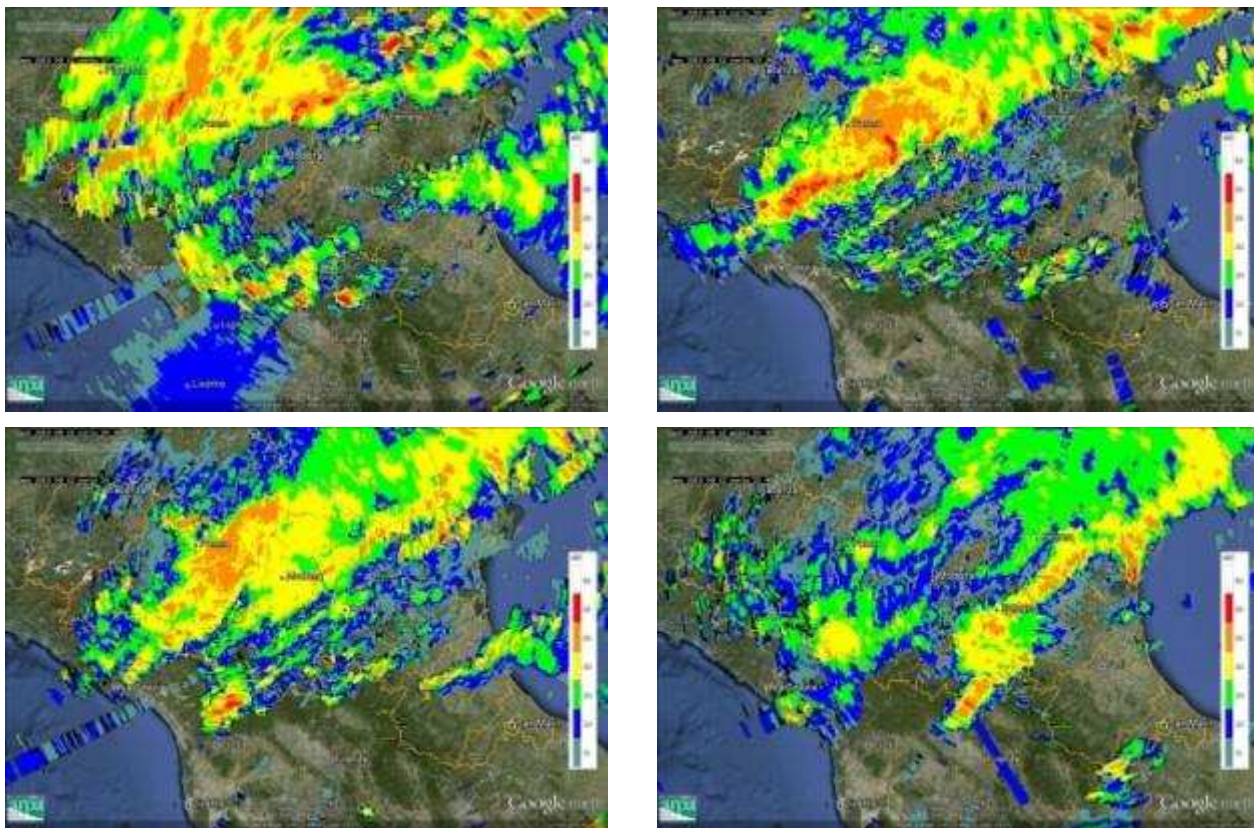
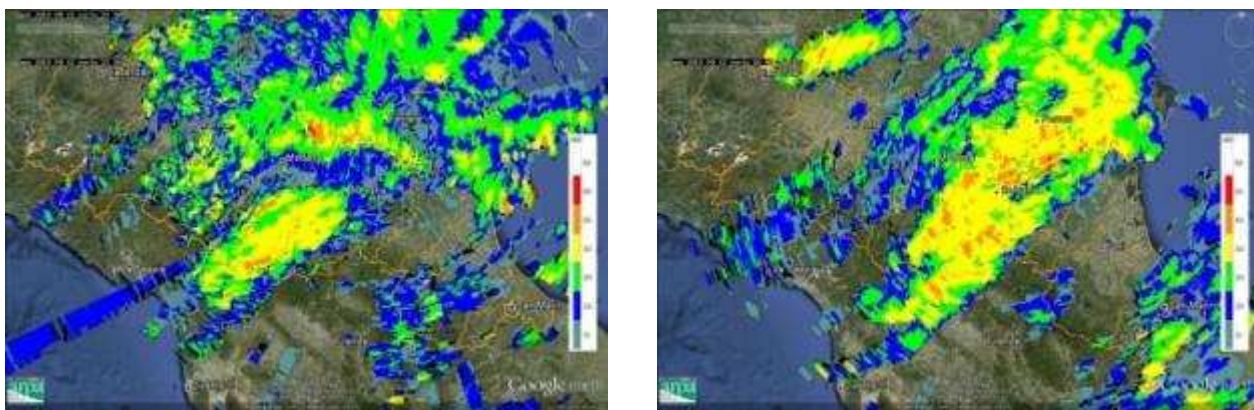


Fig. 4.3.12 : Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 17.30 UTC (in alto a sinistra), alle 19.30 UTC (in alto a destra), alle 20.30 UTC (in basso a sinistra) e alle 21.45 UTC (in basso a destra)



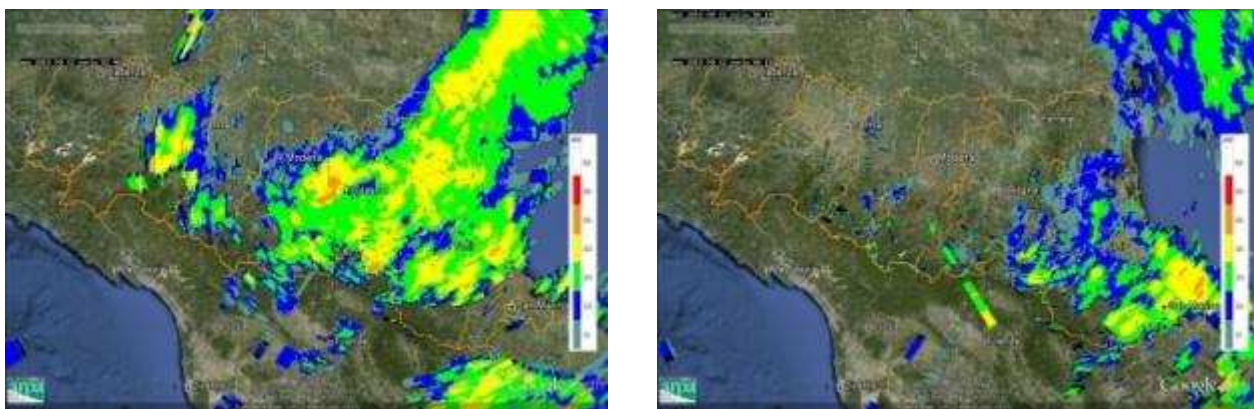


Fig. 4.3.13 : Mappe di riflettività del 12/9/2012 alle 23.30 UTC (in alto a sinistra; il segnale radiale in colore blu sul Mar Tirreno è causato da un disturbo di apparati WiFi) e del 13/9/2012 alle 00.45 UTC (in alto a destra), alle 03.45 UTC (in basso a sinistra) e alle 06.15 UTC (in basso a destra).

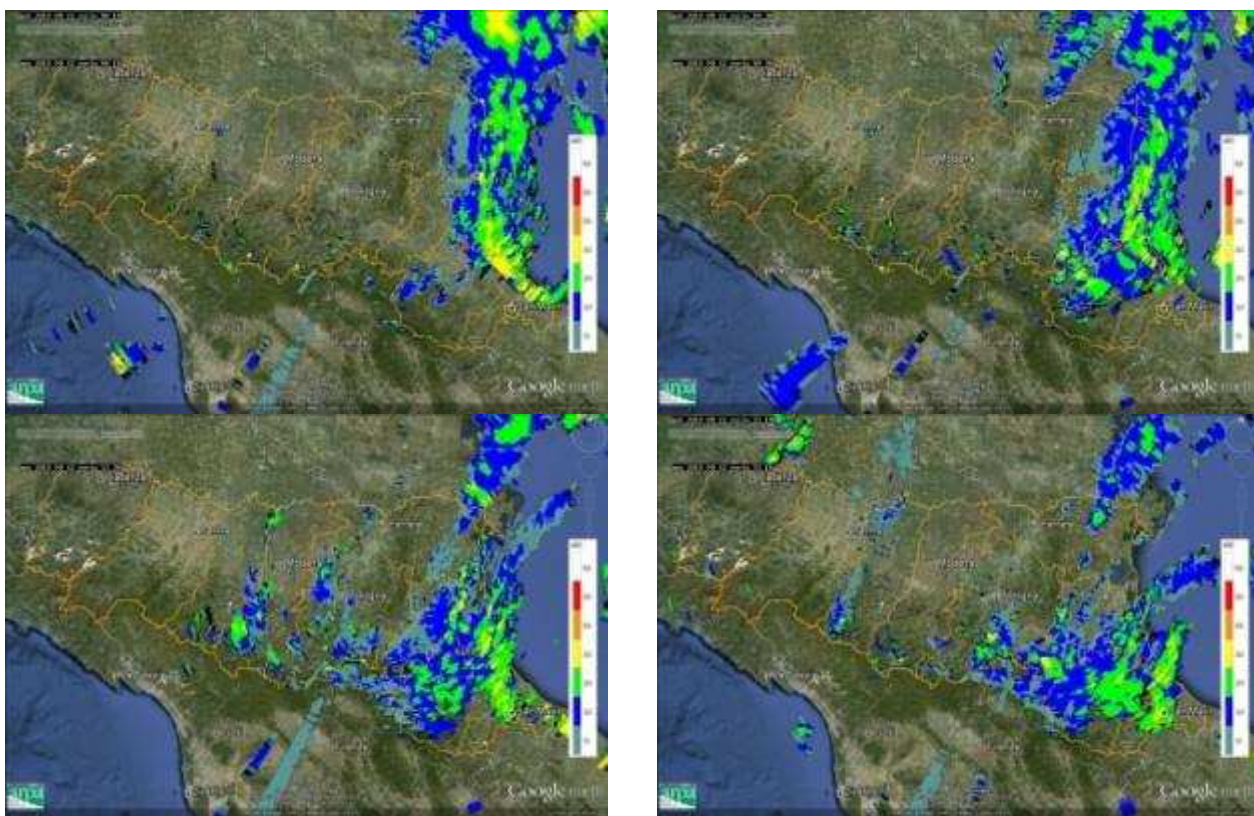


Fig. 4.3.14 : Mappe di riflettività del 13/9/2012 alle 08.15 UTC (in alto a sinistra), alle 09.30 UTC (in alto a destra), alle 11.30 UTC (in basso a sinistra) e alle 13.15 UTC (in basso a destra)



Fig. 4.3.15 : Mappa di riflettività del 13/9/2012 alle 17.15 UTC.

Per quanto riguarda l'analisi sulle cumulate, le precipitazioni più abbondanti si sono verificate prevalentemente sul Parmense il giorno 12 e sulla Provincia di Rimini il giorno 13. Le tabelle 4.3.2 e 4.3.3 mostrano i quantitativi di pioggia giornalieri misurati da stazioni al suolo il 12 e il 13 settembre. I maggiori quantitativi di pioggia sono caduti sulla parte occidentale della Regione nel giorno 12. La mappa di cumulata giornaliera dal radar di San Pietro Capofiume è riportata in Fig. 4.3.16.

Le precipitazioni cumulate sull'ora più elevate si sono registrate sulla provincia di Parma nel pomeriggio-sera del giorno 12, come mostrato in tabella 4.3.4 e nelle mappe di precipitazione cumulata ottenute da radar (Fig. 4.3.17). Complessivamente i maggiori quantitativi di pioggia caduti nel corso dell'evento si sono osservati sul Parmense e su una località del Reggiano, come mostrato dalla tabella 4.3.5 e dalla cumulata da radar sull'intero periodo di evento (Fig. 4.3.18).

Cumulata giornaliera del 12/09/2012> 30 mm – Dati validati			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
76.20	Lago Ballano	MONCHIO DELLE CORTI	PR
49.00	Lagdei	CORNIGLIO	PR
47.00	Berceto	BERCETO	PR
41.80	Succiso	RAMISETO	RE
40.00	Grammatica	CORNIGLIO	PR
38.40	Tarsogno	TORNOLO	PR
37.00	Pievepelago	PIEVEPELAGO	MO
36.40	Maiatico	SALA BAGANZA	PR
34.40	Casaselvatica	BERCETO	PR
33.80	Lago Pratignano	FANANO	MO
33.60	Isola di Palanzano	PALANZANO	PR
33.60	Mormorola	VALMOZZOLA	PR
30.40	Monteacuto Nelle alpi	LIZZANO IN BELVEDERE	BO

Tabella 4.3.2: quantitativi di pioggia giornalieri misurati da stazioni al suolo il 12 settembre

Cumulata giornaliera del 13/09/2012> 30 mm – Dati validati			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
39.00	Santarcangelo di Romagna	SANT'ARCAANGELO DI ROMAGNA	RN

31.00	Mulazzano	CORIANO	RN
-------	-----------	---------	----

Tabella 4.3.3: quantitativi di pioggia giornalieri misurati da stazioni al suolo il 13 settembre



Fig.4.3.16 : Mappa di precipitazione cumulata giornaliera dal radar di San Pietro Capofiume del 12/09/2012, con indicate le stazioni che hanno registrato i massimi quantitativi.

Cumulate orarie del 12/09/2012> 15 mm – Dati validati				
ORA (UTC)	PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
13.00	24.2	Lago Ballano	MONCHIO DELLE CORTI	PR
19.00	15.4	Berceto	BERCETO	PR
19.00	16.4	Casaselvatica	BERCETO	PR
19.00	20.6	Tarsogno	TORNOLO	PR
19.00	15	Mormorola	VALMOZZOLA	PR
19.00	17	Maiatico	SALA BAGANZA	PR
20.00	26.4	Lagdei	CORNIGLIO	PR
20.00	19.4	Marra	CORNIGLIO	PR
20.00	22.6	Berceto	BERCETO	PR
20.00	19	Grammatica	CORNIGLIO	PR

Tabella 4.3.4 quantitativi di pioggia giornalieri misurati da stazioni al suolo il 12 settembre

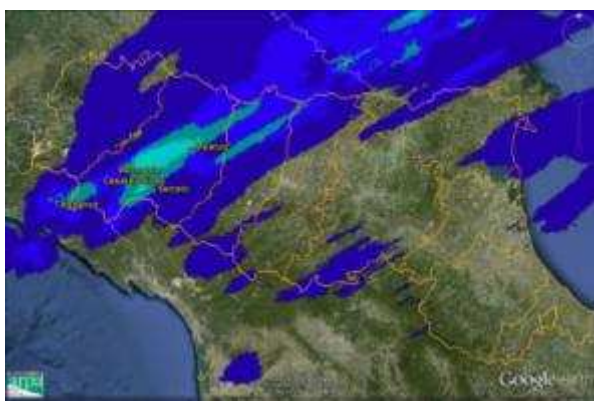


Fig.4.3.17 : Mappe di precipitazione cumulata oraria dal radar di San Pietro Capofiume delle 19:00 (a sinistra) e delle 20:00 (a destra) del 12/09/2012, con indicate le stazioni che hanno registrato i massimi quantitativi nell'ora.

Cumulata del 12-13/09/2012 > 40 mm – Dati validati			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
76.20	Lago Ballano	MONCHIO DELLE CORTI	PR
49.40	Lagdei	CORNIGLIO	PR
47.20	Berceto	BERCETO	PR
42.00	Succiso	RAMISETO	RE
40.40	Grammatica	CORNIGLIO	PR

Tabella 4.3.5: quantitativi di pioggia giornalieri misurati da stazioni al suolo il 13 settembre

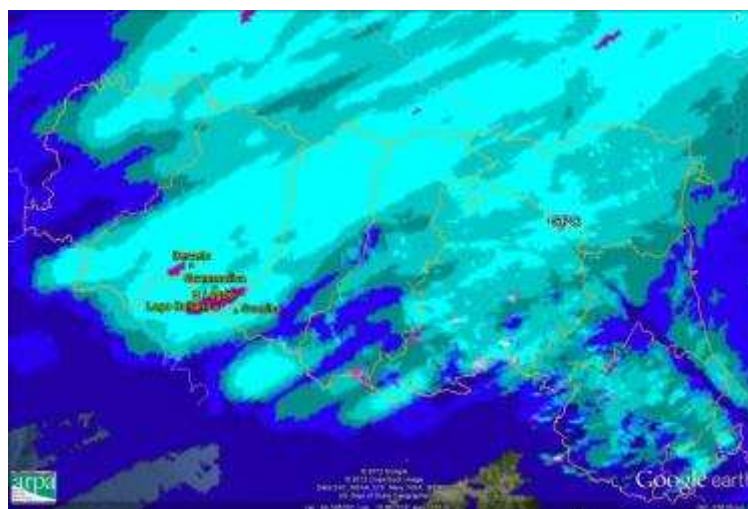
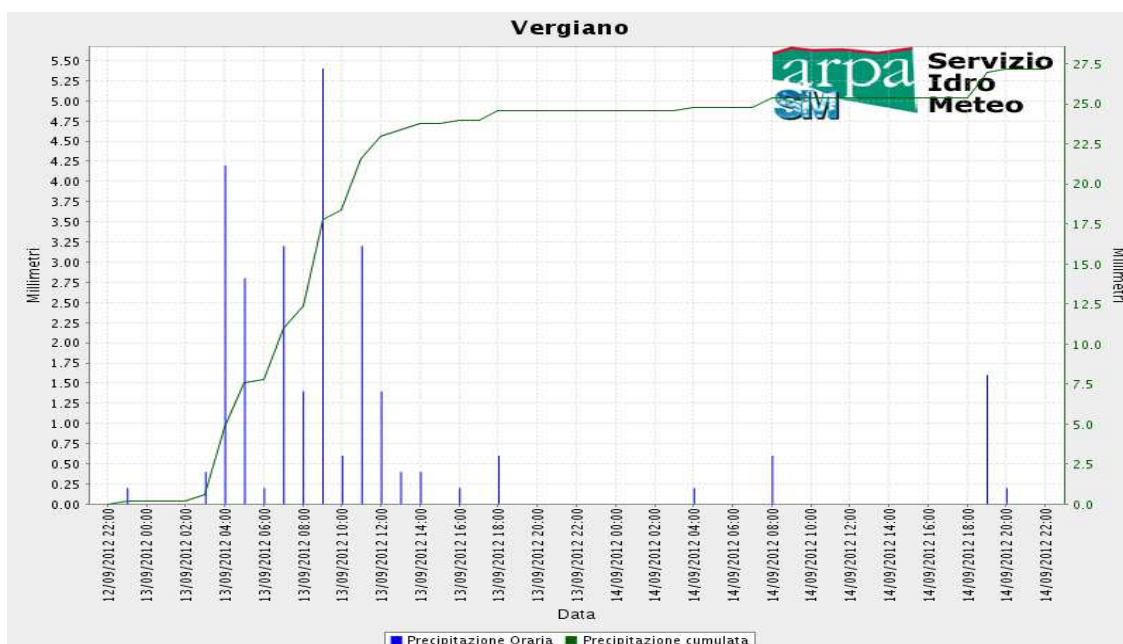
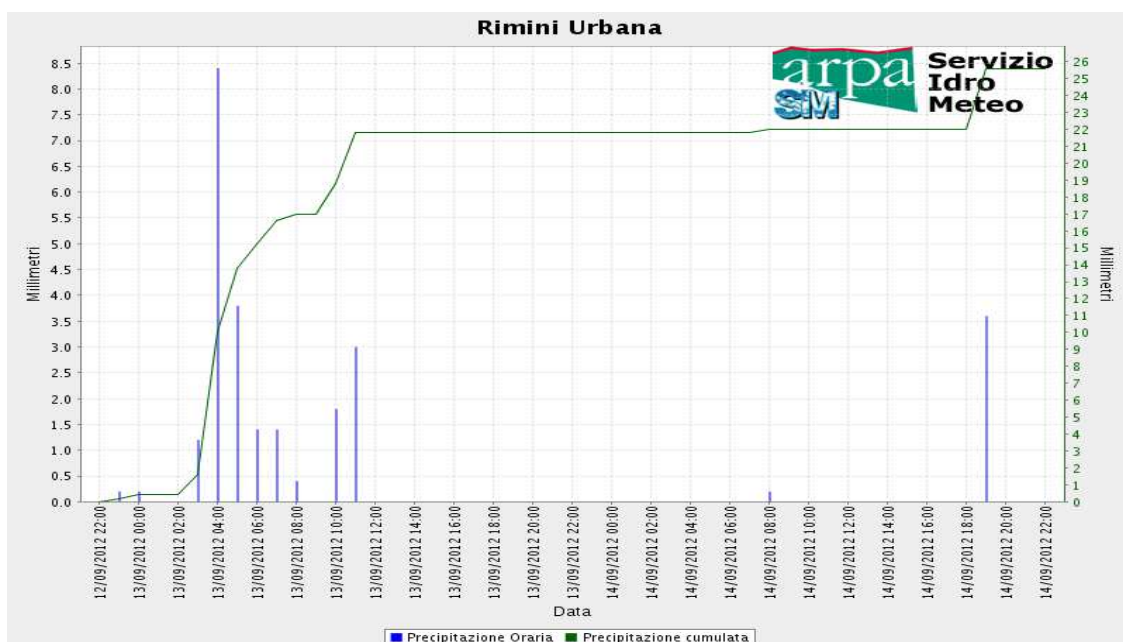


Fig.4.3.18 : Mappe di precipitazione per tutto l'evento dal 12 al 13 settembre 2012

L'analisi in dettaglio sulla zona del riminese evidenzia che la precipitazione viene registrata dalle stazioni di Rimini Urbana, Vergiano e Rimini Ausa (Fig. 4.3.19) a partire dalle prime ore del giorno 13 e tende ad esaurirsi nel primo pomeriggio della stessa giornata, in particolare nella zona a ridosso della costa, mentre precipitazioni residue sono registrate nella zona interna anche nelle successive ore pomeridiane. Le cumulate di pioggia sono comprese tra 22 e 26 mm circa, con intensità orarie più alte per i pluviometri sulla costa (valore orario massimo intorno a 10 mm/h). Un breve rovescio (con intensità minori di 4 mm/h) viene registrato dai tre strumenti alle 19 del giorno 14.



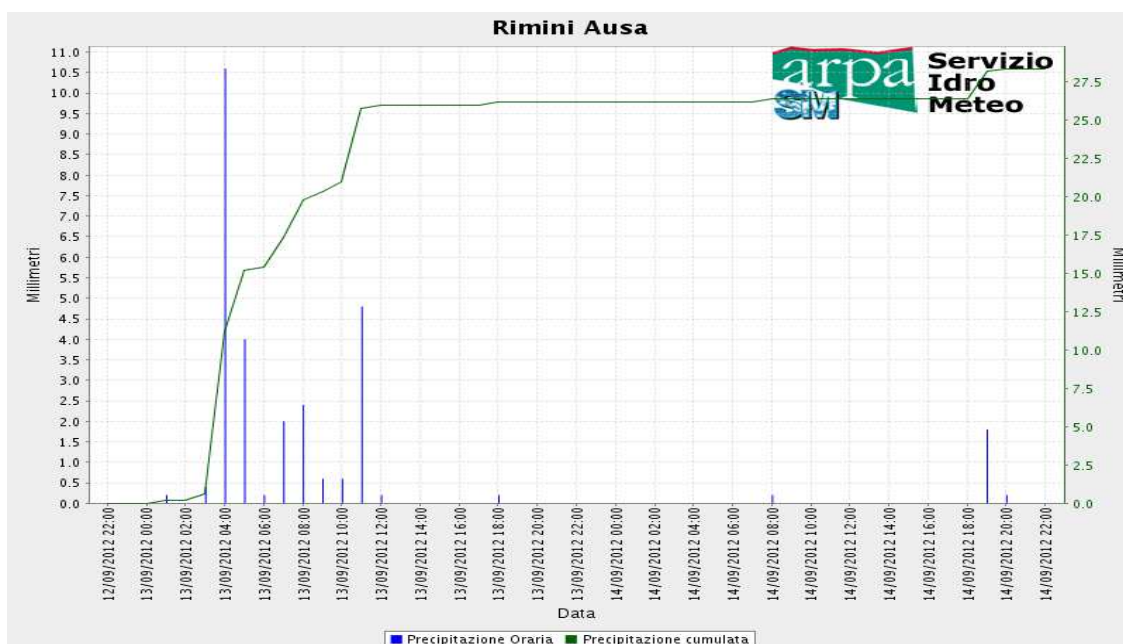


Fig. 4.3.19: precipitazione oraria e cumulata registrata dai pluviometri Rimini urbana, Vergiano e Rimini Ausa nel periodo 13-14 settembre 2012.

4.3.2 Analisi del vento

L'evento è stato caratterizzato dalla presenza di forte vento, per il quale (in associazione a mare mosso) il Centro Funzionale regionale aveva emesso l'avviso meteo 711 del 11/09/2012, cui era seguita l'allerta di Protezione Civile n° 45/2012 per vento, temporali e stato del mare.

Le tabelle 4.3.6 e 4.3.7 riportano i dati di vento massimo (o raffica) delle stazioni che hanno registrato valorialmeno maggiori di 13.9 m/s (7 nella scala Beaufort). Per ciascuna stazione è evidenziato il valore massimo misurato durante l'evento e, come indicazione, i colori si riferiscono ai livelli della scala Beaufort (anche se per questa scala vengono usualmente considerati i valori di vento medio e non le raffiche).

Data e Ora (Fuso Orario: GMT+00:00)	Imola Mario Neri - BO	Mulazzano - RN	Sivizzano PR	Teruzzi PC	Madonna Dei Fornelli BO	Febbio RE	Loiano BO	Settefonti BO	Sasso Marconi BO	Panocchia PR	Lago Scaffaio BO	Bologna Torre Asinelli	Forlì Urbana
12/09/2012 11:00	14.7	15.7	12.8	12.1	15.3	17.4	19.2	13.5	14.6	12	22.4	13	11.9
12/09/2012 12:00	15.4	18.4	14.3	15.7	22.4	19.6	23.4	14.7	15.1	10.2	26.4	13.6	12.2
12/09/2012 13:00	9.3	14.4	12.3	11.2	21	21	26.6	18.8	14.8	10.5	27.4	11.8	12.2
12/09/2012 14:00	7.6	11.5	9.7	10.7	19.3	17	23.7	17.9	13.8	10.9	28.9	12.7	6.9
12/09/2012 15:00	11.7	11	14	9.3	19.6	10.8	22	18.5	15.4	13.8	30.3	14.5	11.1
12/09/2012 16:00	12.9	12.9	12.7	6.3	19	12.3	23.4	17.7	16.6	16.1	34.8	14.9	13.5
12/09/2012 17:00	12.4	14.5	6.2	6.8	19.4	11.8	24.9	17.8	13.3	6.2	33.7	14.4	16.2
12/09/2012 18:00	11	12.7	6.6	5.1	21.6	16.8	24.8	16.3	13	5.5	31.3	13.8	16

Tabella 4.3.6: Località e orari delle raffiche di vento (m/s) durante il pomeriggio del giorno 12.

Data e Ora (Fuso Orario: GMT+00:00)	Granarolo Faentino RA	Pennabilli RN	Rimini Urbana	Ravenna Urbana		
12/09/2012 19:00	15	19.4	11.9	11.1		
12/09/2012 20:00	16.9	23.1	9.6	9.9		
12/09/2012 21:00	15.8	19.1	11.6	11	Scala Beaufort	m/s
12/09/2012 22:00	10.3	21.7	9.1	10.1	7	13,9-17,1
13/09/2012 09:00	9.5	9	10.7	13.1	8	17,2-20,7
13/09/2012 10:00	12.2	9.9	14.6	13.8	9	20,8-24,4
13/09/2012 11:00	11.4	9	12.7	12.2	10	24,5-28,4
13/09/2012 12:00	9.9	11	13.9	14.8	11	28,5-32,6
					12	>32,7

Tabella 4.3.7: Località e orari delle raffiche di vento (m/s) durante la sera del giorno 12 e mattina del 13.

Considerando le analisi di COSMO-I7 (Fig. 4.3.20), i venti in prossimità della costa riminese risultano intensi, con massima intensità di circa 15 m/s che si registra nel primo pomeriggio del 14 settembre. In prossimità dell'apertura degli scarichi (mattina del 13 settembre), i venti hanno inizialmente prevalente provenienza da Nord, poi iniziano a ruotare in senso orario assumendo una provenienza da Nord-Est che si mantiene costante durante la durata di apertura degli scarichi (praticamente l'intera giornata del 13). La direzione di provenienza del vento da Nord-Est rimane costante anche nel corso della giornata del 14, con picco di intensità intorno alle 12 UTC e successiva diminuzione nelle ore successive.

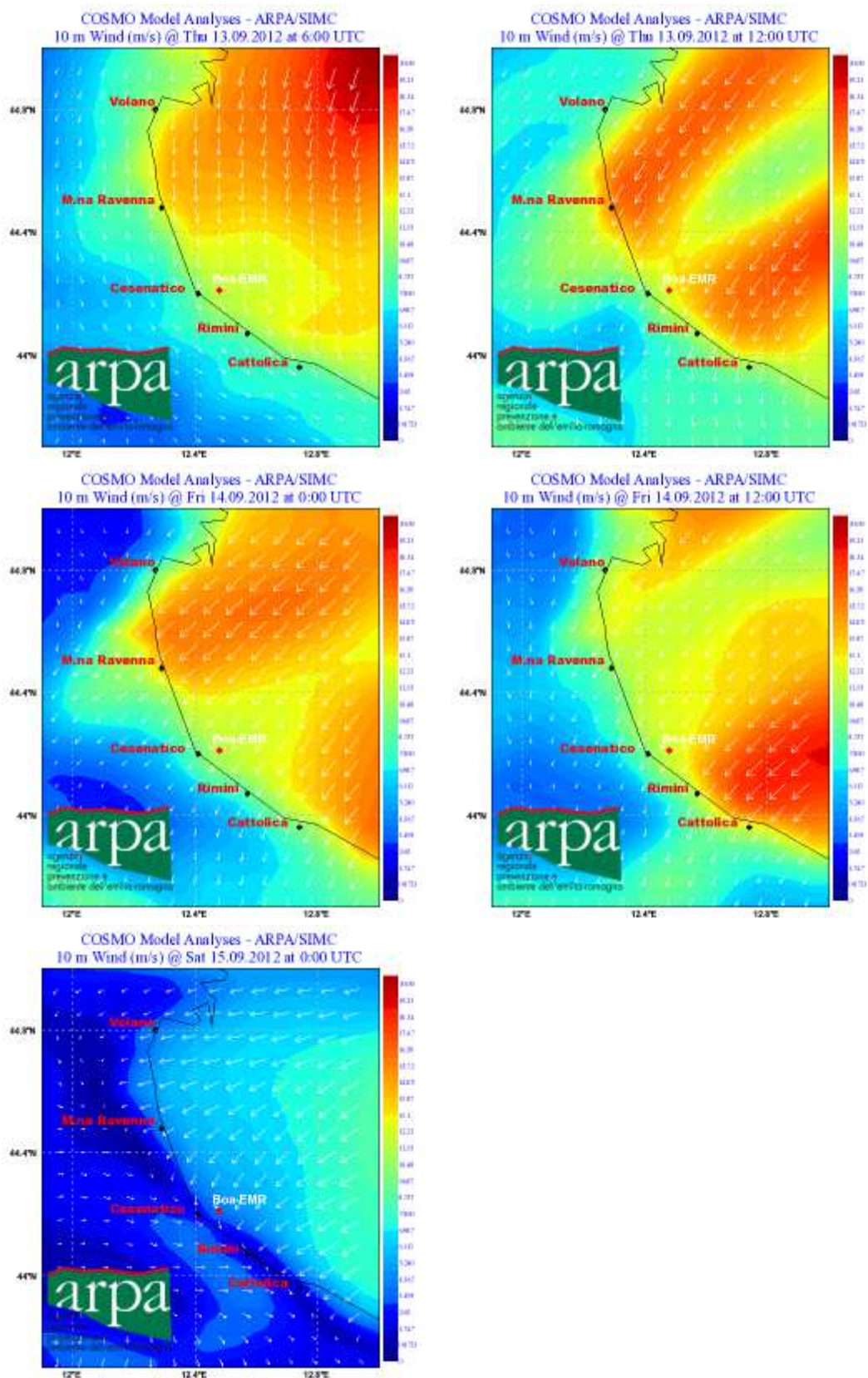


Fig. 4.3.20: previsioni di vento a 10 m dal suolo.

4.3.3 Analisi dello stato del mare

Considerando le misure della boa ondometrica Nausicaa (Fig. 4.3.21), risulta moto ondoso in intensificazione a partire dalle prime ore del giorno 13, con raggiungimento dell'intensità massima nel corso della mattinata (altezza d'onda significativa massima intorno a 2.8 m), segue una fase di attenuazione del fenomeno nel pomeriggio mantenendosi però condizioni di mare molto mosso che prosegue fino al pomeriggio del giorno 14. Successivamente il moto ondoso si attenua progressivamente, fino a divenire poco mosso a fine periodo. La direzione di provenienza delle onde è prevalentemente dal quadrante nord-orientale per tutta la durata considerata.

Le previsioni del modello SWAN - Emilia Romagna (Fig. 4.3.22) indicano che il moto ondoso, con direzione prevalente di provenienza delle onde dal quadrante nord-orientale, nei pressi della costa risulta molto mosso (altezza significativa dell'onda inferiore a 1.8 m) e agitato al largo nelle prime ore del giorno 13. Il moto ondoso si intensifica nel corso della mattina, mantenendo costante la direzione di provenienza (altezza significativa dell'onda inferiore a 2.5 m in prossimità della costa ed inferiore a 4.0 m al largo). Queste condizioni permangono anche per il giorno 14, con progressiva attenuazione del fenomeno a partire dalla sera del 14.

Le previsioni del modello AdriaROMS (Fig. 4.3.23) indicano che la corrente marina in superficie nei pressi della costa risulta più forte durante il periodo di apertura degli scarichi (velocità intorno a 0.25 m/s), per poi diminuire progressivamente durante il restante periodo analizzato. La direzione prevalente di propagazione per la corrente è prevalentemente verso Sud-Est per tutto il periodo analizzato.

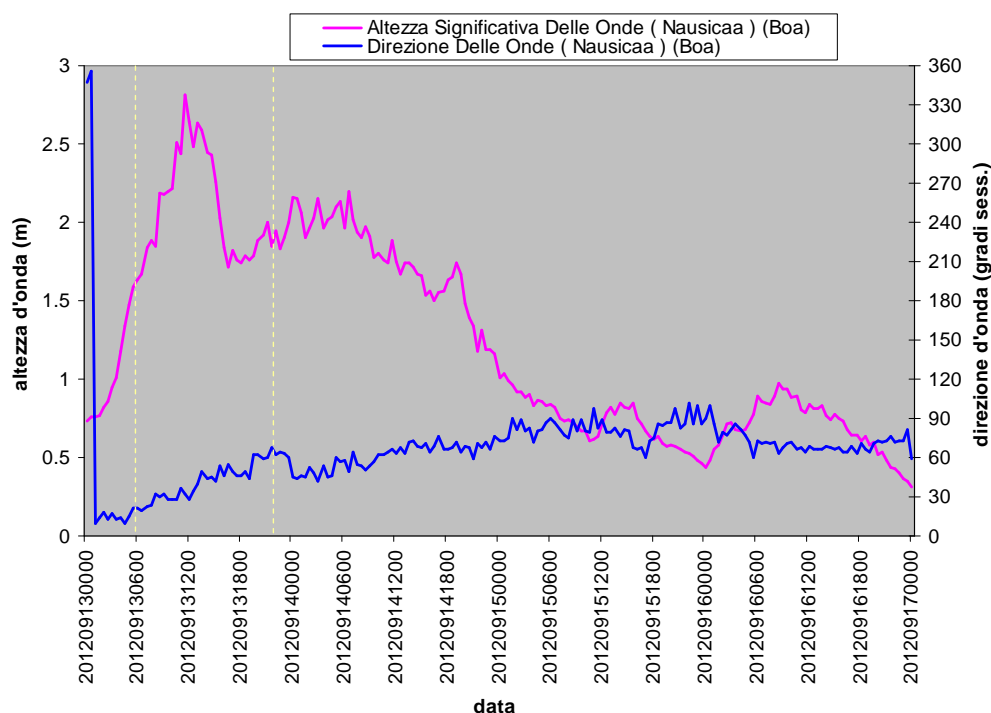
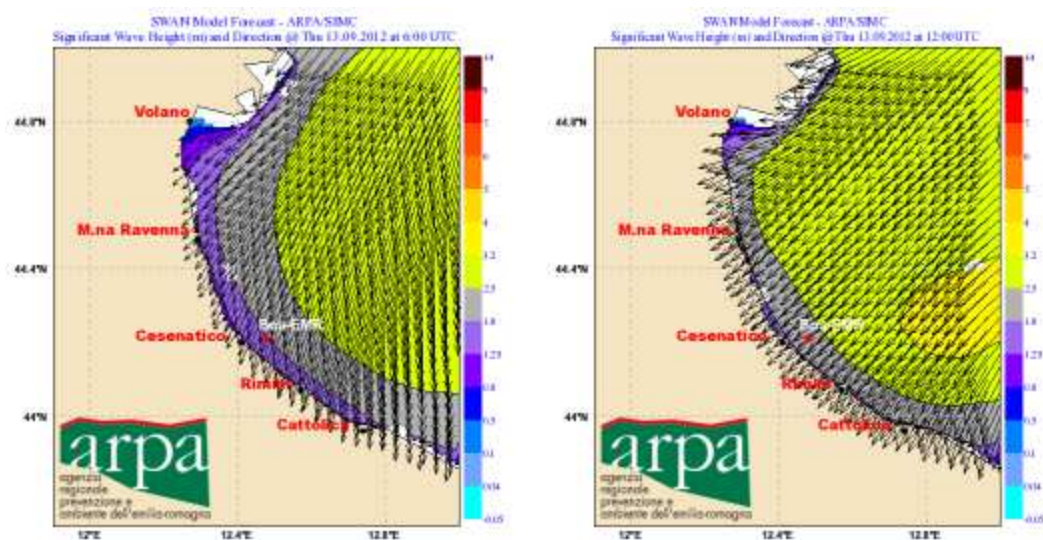


Fig. 4.3.21: altezza significativa e direzione delle onde rilevate nel periodo 13-16 settembre 2012 dalla boa ondometrica Nausicaa dell'Emilia-Romagna installata al largo di Cesenatico. Le linee verticali in giallo evidenziano il periodo di apertura degli scarichi.



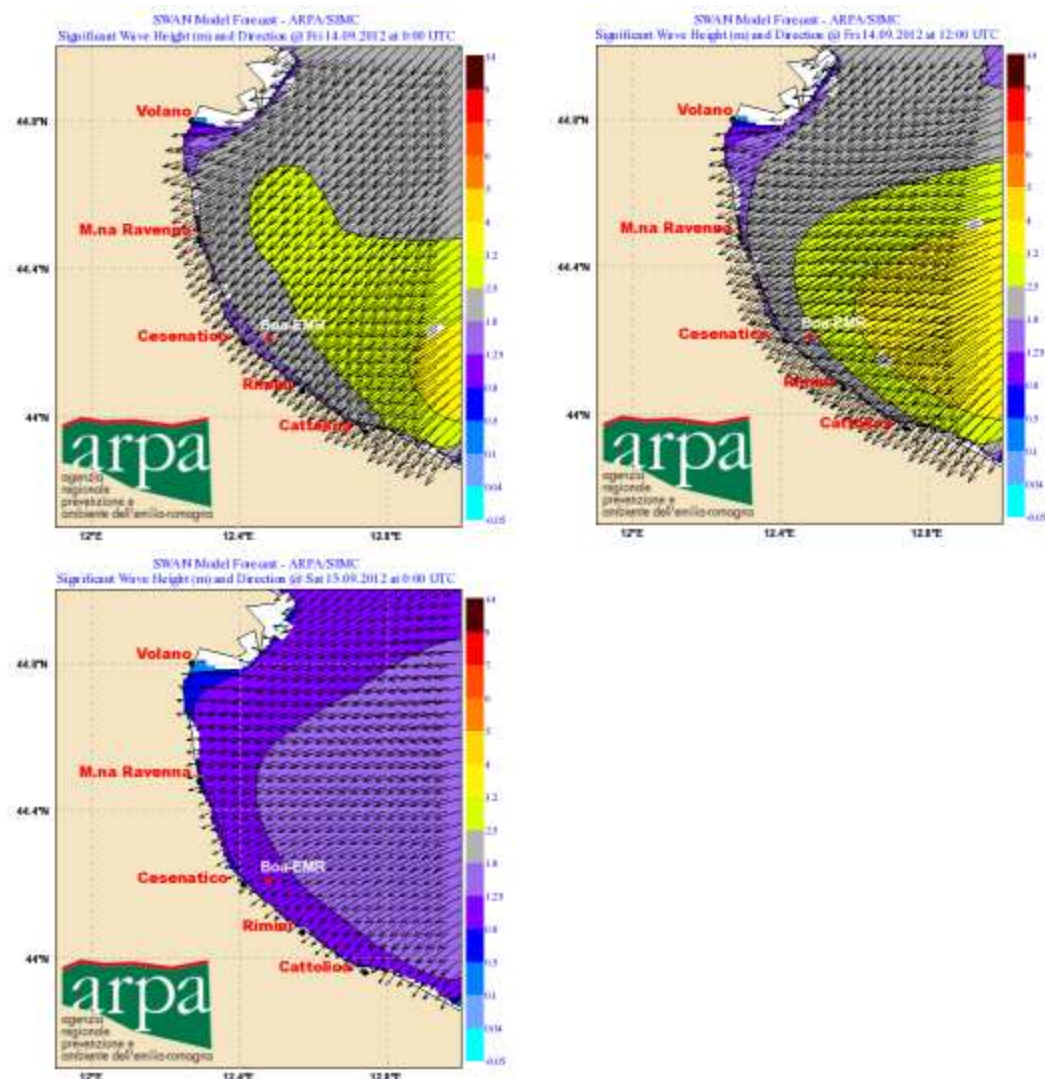


Fig. 4.3.22: previsioni di altezza significativa e direzione delle onde.

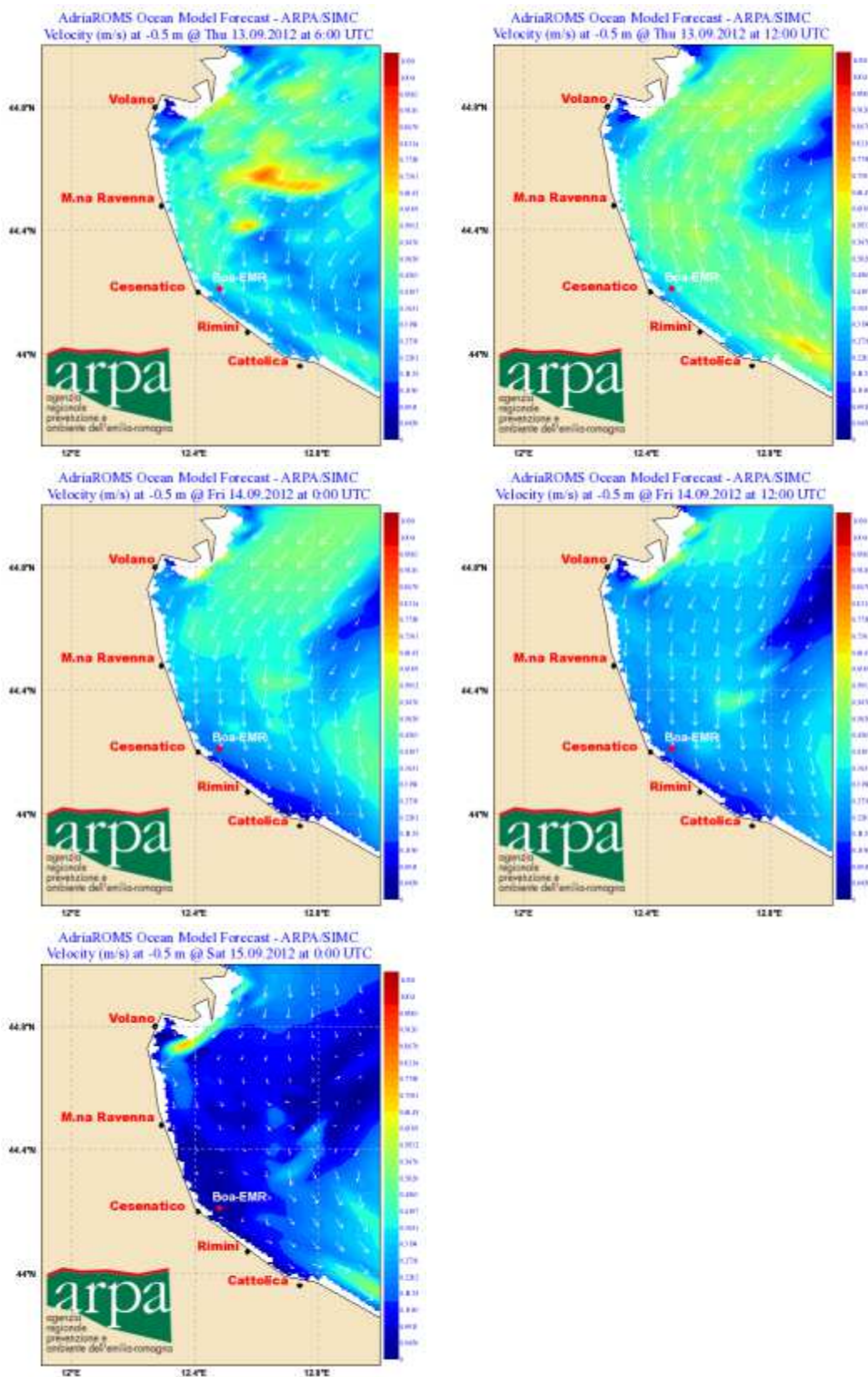


Fig. 4.3.23: previsioni di velocità e direzione della corrente marina in superficie.

5 Simulazioni preliminari ed individuazione evento di progetto

Le simulazioni effettuate e descritte in questo capitolo sono servite ad effettuare un'analisi di sensitività per le tre diverse condizioni meteo-marine individuate.

Le simulazioni riguardano lo scarico descritto nel successivo paragrafo per i tre casi rappresentativi descritti nel capitolo 4.

Per avere l'indicazione dello stato di inquinamento nell'area di interesse si sono scelti dei punti di controllo, nei quali si è simulata e graficata la concentrazione degli Escherichia coli a intervalli di 10 minuti. Questi punti di controllo sono stati posizionati approssimativamente a 300 m dalla linea di riva, quindi al bordo delle acque di balneazione, così come definite dalla normativa. Si sono considerati 11 punti totali, ognuno al largo del corrispondente scolmatore di piena attuale, suddivisi in zona nord (figura 5.1, Pedrera, Brancona, Viserbella, Sortie, Spina e Turchetta) e zona sud (figura 5.2, Ausa, Colonnella I, Colonnella II, Rodella e Roncasso).

Per ogni punto saranno riportati i valori della concentrazione di Escherichia coli in superficie e sul fondo, così da avere un'indicazione più esaustiva dell'intera colonna d'acqua.

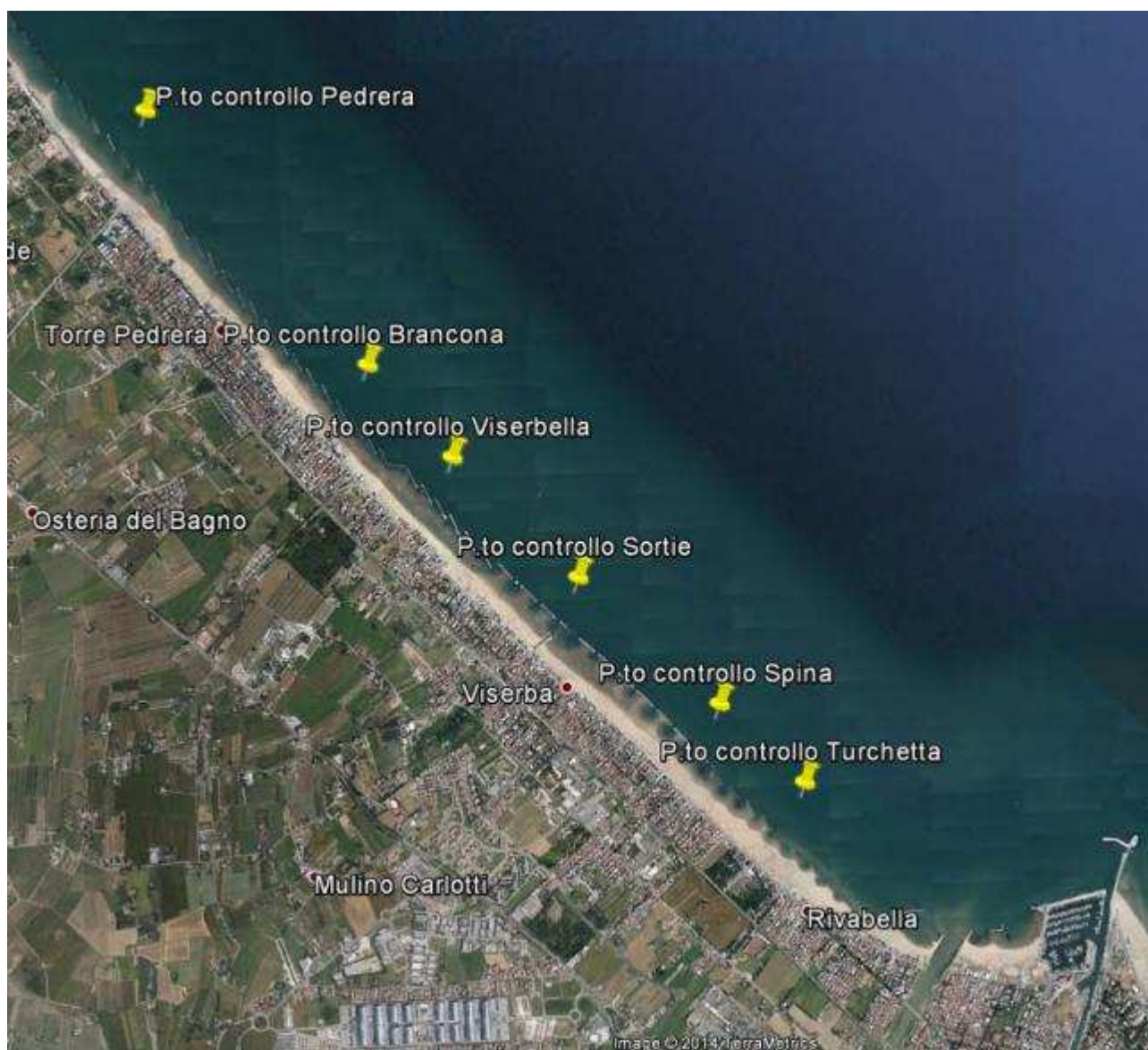


Fig. 5.1: localizzazione geografica dei punti di controllo nella zona nord di Rimini

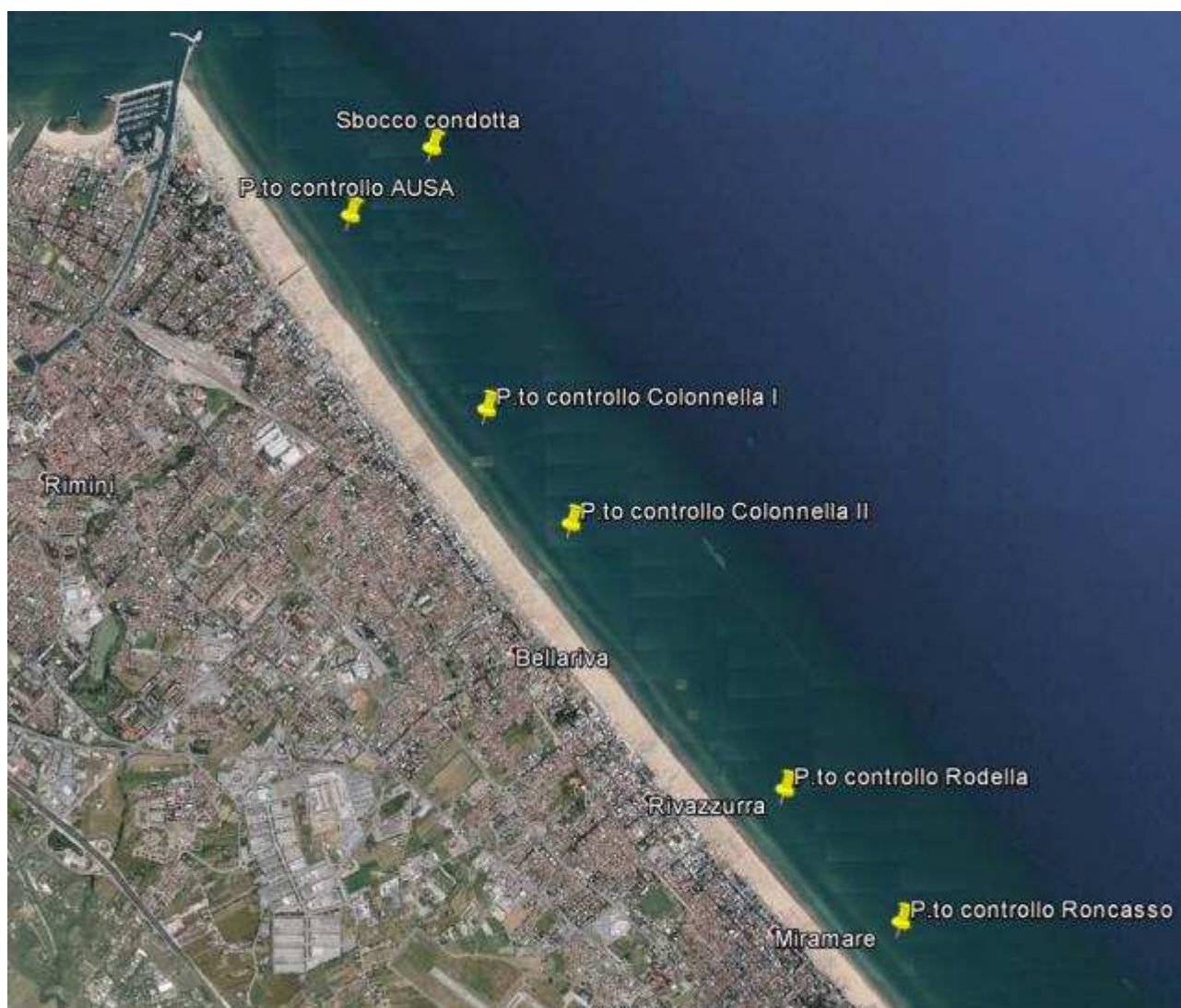


Fig. 5.2: localizzazione geografica dei punti di controllo nella zona sud di Rimini

5.1 Caratterizzazione scarico

Le caratteristiche dello scarico (in termini di portata, concentrazione inquinante, lunghezza condotta, caratteristiche fisiche del refluo) sono state fornite da HERA.

Lo bocca di scarico della condotta, per queste simulazioni preliminari, è stata considerata unica e posizionata a una distanza dalla riva di circa 1 km, corrispondente a circa 1,2 km dalle coordinate dello scarico AUSA (figura 5.1.1), così come da coordinate riportate sulla scheda tecnica di impianto di HERA.



Fig. 5.1.1: posizionamento geografico dello scarico da condotta sottomarina considerato nelle simulazioni preliminari.

La concentrazione di Escherichia-coli nel refluo (figura 5.1.2) e la portata totale in uscita (figura 5.1.3) sono state calcolate da HERA attraverso la modellazione matematica del sistema fognario riminese nella configurazione di progetto, considerando la forzante pluviometrica definita nella "Relazione di modellazione di sistema"

La concentrazione massima prevista è di 90424 UFC/100ml, mentre la portata massima della batterie di pompe sarà di 18000 l/s.

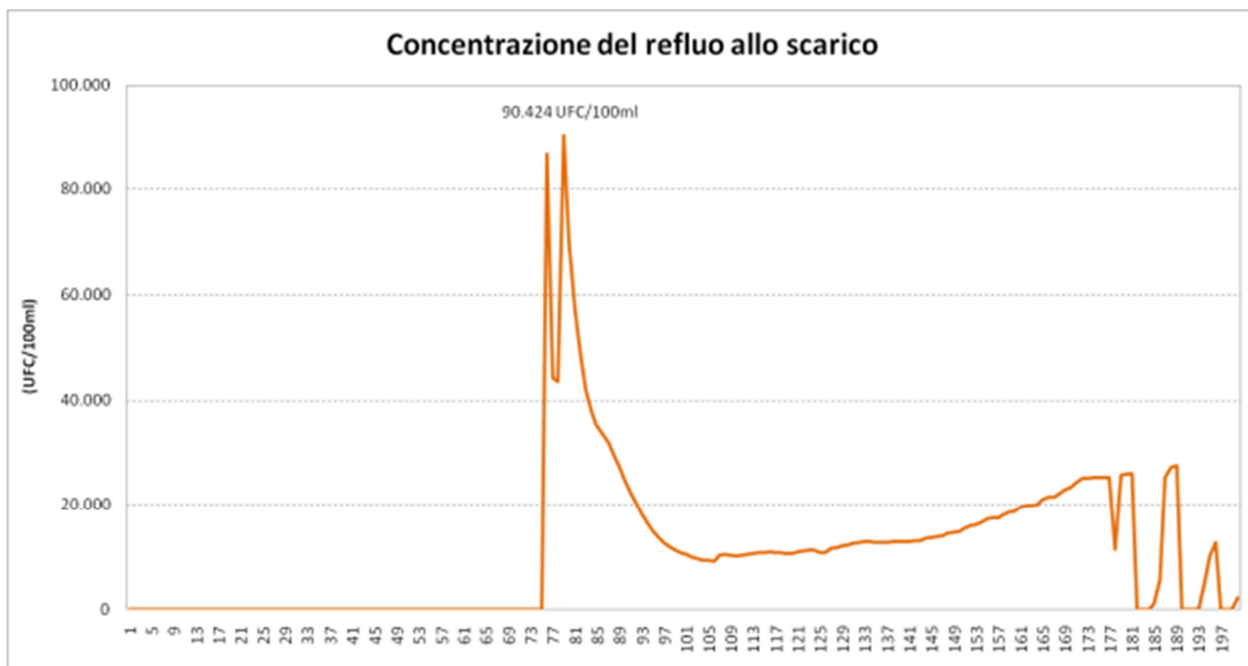


Fig. 5.1.2: Concentrazione di Escherichia-coli in uscita allo sbocco della condotta sottomarina



Fig. 5.1.3: portata totale in uscita dalla condotta sottomarina durante l'evento di progetto

Il refluo in uscita, infine, è stato caratterizzato con una temperatura di 22°C e una salinità di 0.43ppt=430mg/l. Questo valore di salinità, sempre fornito dall'ente gestore, è stato dedotto mediando i valori dei prelievi effettuati in testa ai depuratori Marecchiese e Rimini, e considerando solo i prelievi effettuati in una finestra temporale estiva lontana da piogge e da aperture delle paratoie ed è stata quindi ritenuta rappresentativa del refluo riminese in periodo secco ed estivo.

5.2 Simulazione del caso di "calma": 10-14 agosto 2009

Come riportato in tabella 4.1.1, durante questo episodio, le paratoie si sono aperte intorno alle ore 18 del 10 agosto nella zona Sud, rimanendo aperte per circa 5 ore.

Si è forzato quindi il modello con la concentrazione e la portata descritte nel paragrafo 5.1 e applicate alle ore 18 del 10 agosto, così da simulare la diffusione dell'inquinante con le reali condizioni meteo-marine del periodo in esame.

I risultati della simulazione sono riportati nei grafici successivi, che indicano l'andamento temporale della concentrazione di Escherichia-coli nei punti di controllo (sia in superficie che sul fondo) posti a 300 m dalla riva, quindi al bordo esterno delle acque di balneazione.

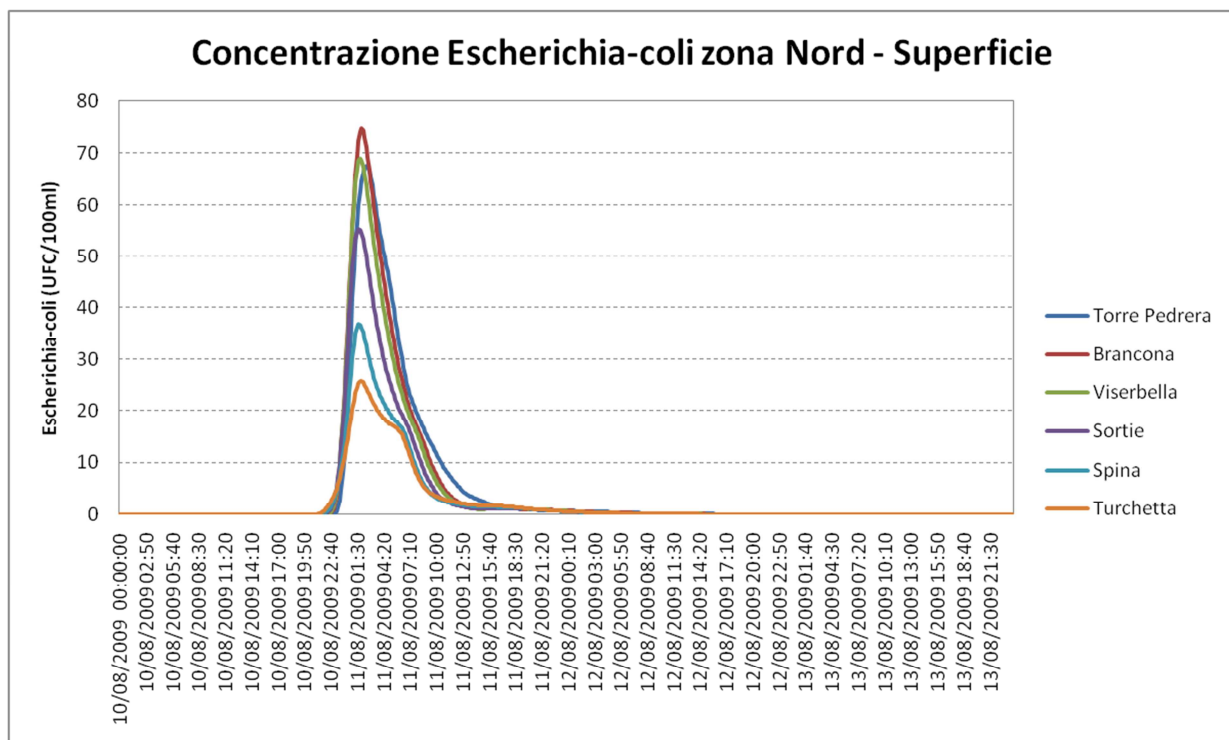


Fig. 5.2.1: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 10-14 agosto 2009

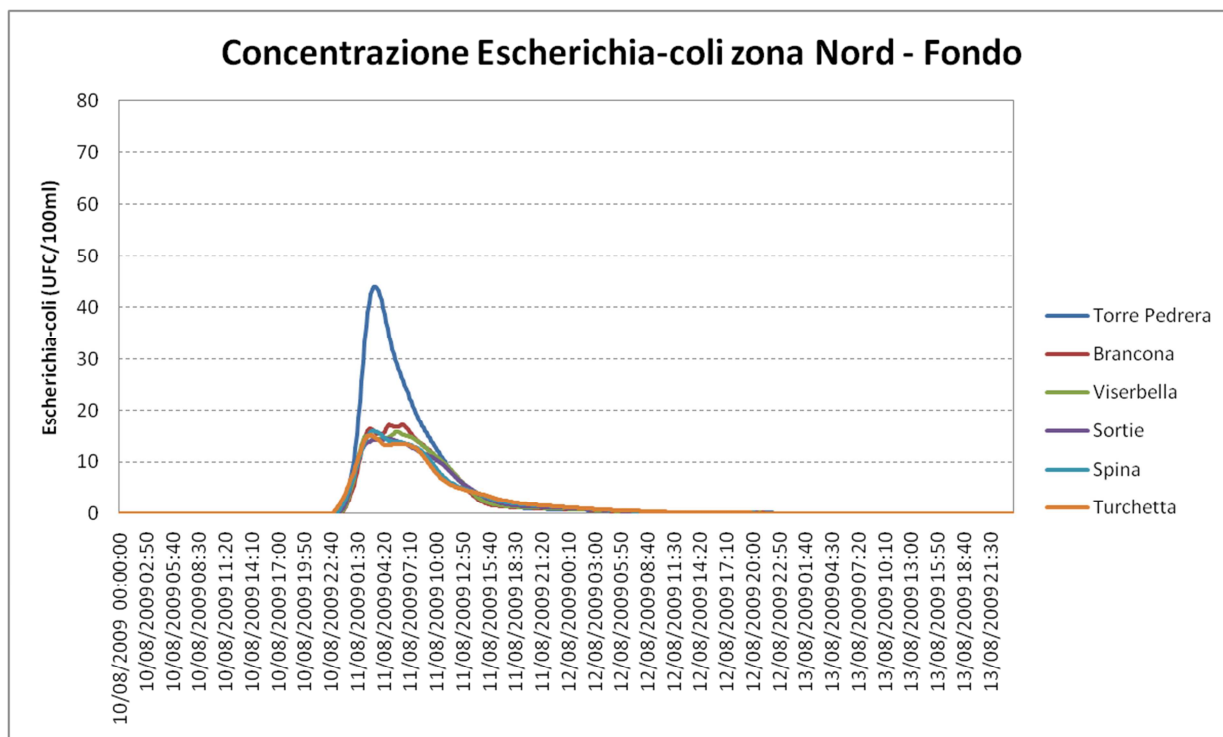


Fig. 5.2.2: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 10-14 agosto 2009

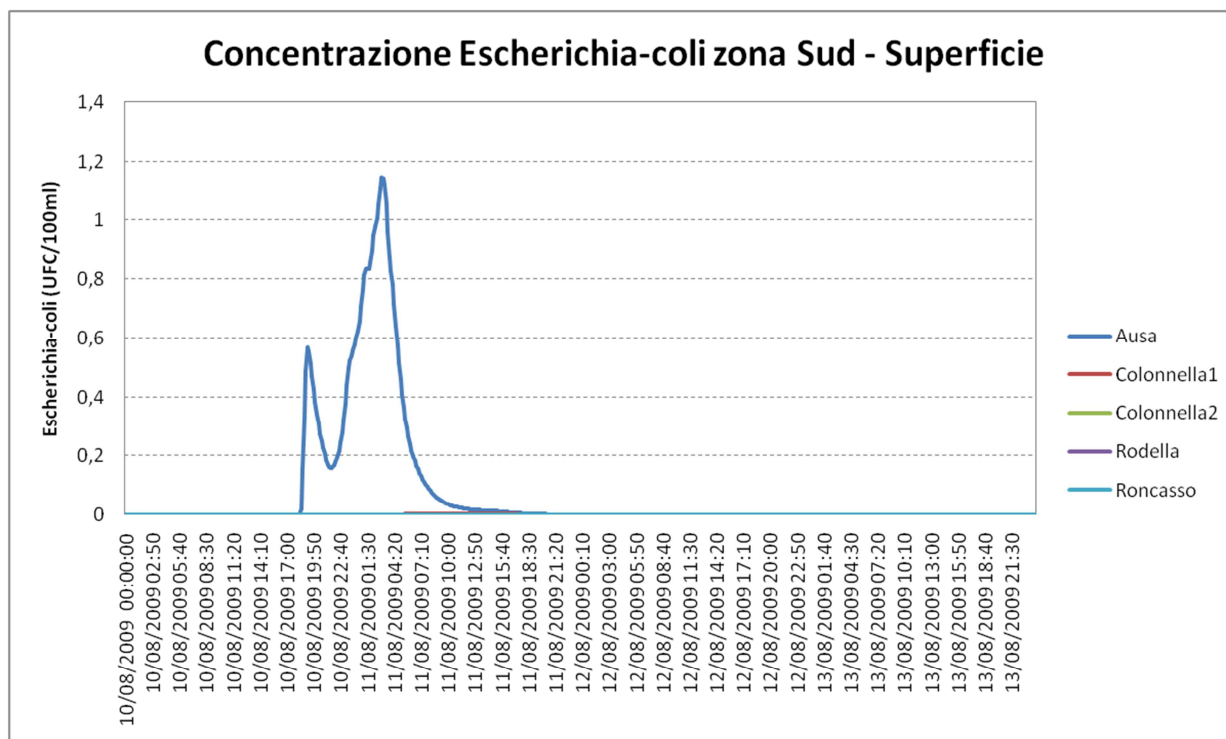


Fig. 5.2.3: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 10-14 agosto 2009

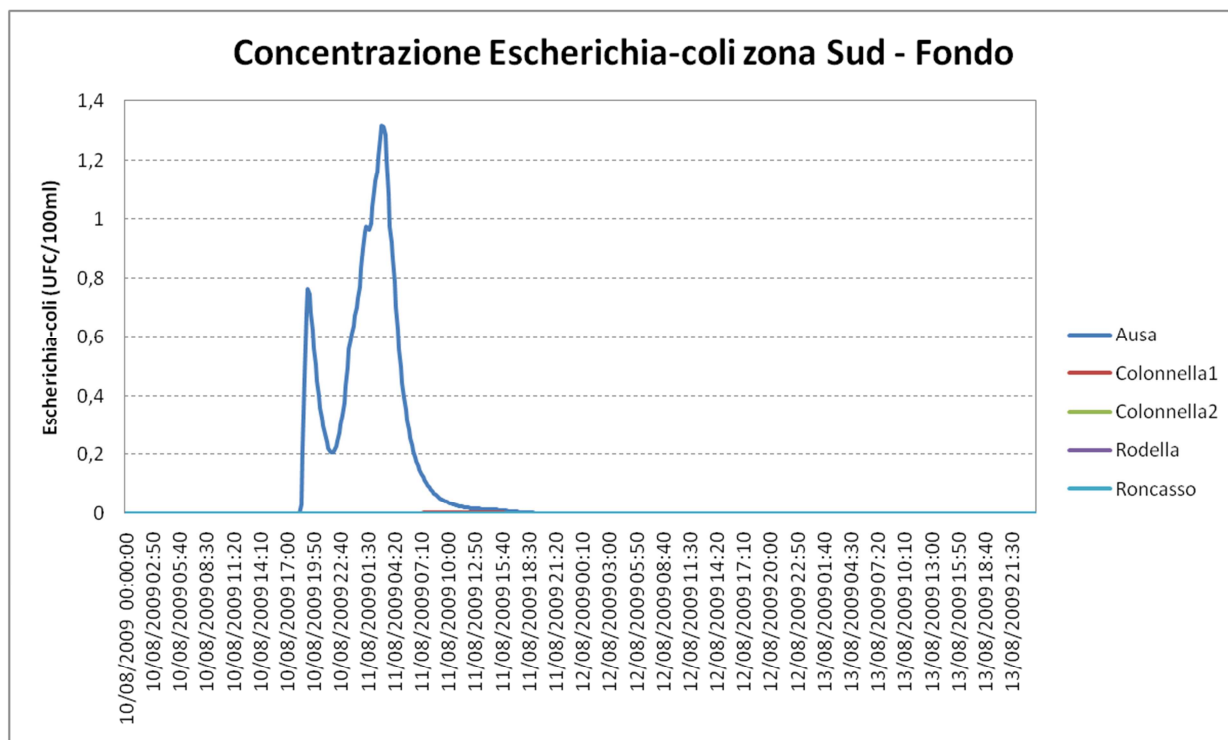


Fig. 5.2.4: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 10-14 agosto 2009

5.3 Simulazione del caso di "scirocco": 02-07 maggio 2010

Come riportato in tabella 4.2.1, durante questo episodio, le paratoie dello scolmatore di piena di piazzale Kennedy (AUSA) si sono aperte intorno alle ore 16:40 UTC del 2 maggio, rimanendo aperte per circa 22 ore.

Si è forzato quindi il modello con la concentrazione e la portata descritte nel paragrafo 5.1 e applicate alle ore 16:40 del 2 maggio, così da simulare la diffusione dell'inquinante con le reali condizioni meteo-marine del periodo in esame.

I risultati della simulazione sono riportati nei grafici successivi, che indicano l'andamento temporale della concentrazione di Escherichia-coli nei punti di controllo (sia in superficie che sul fondo) posti a 300 m dalla riva, quindi al bordo esterno delle acque di balneazione.

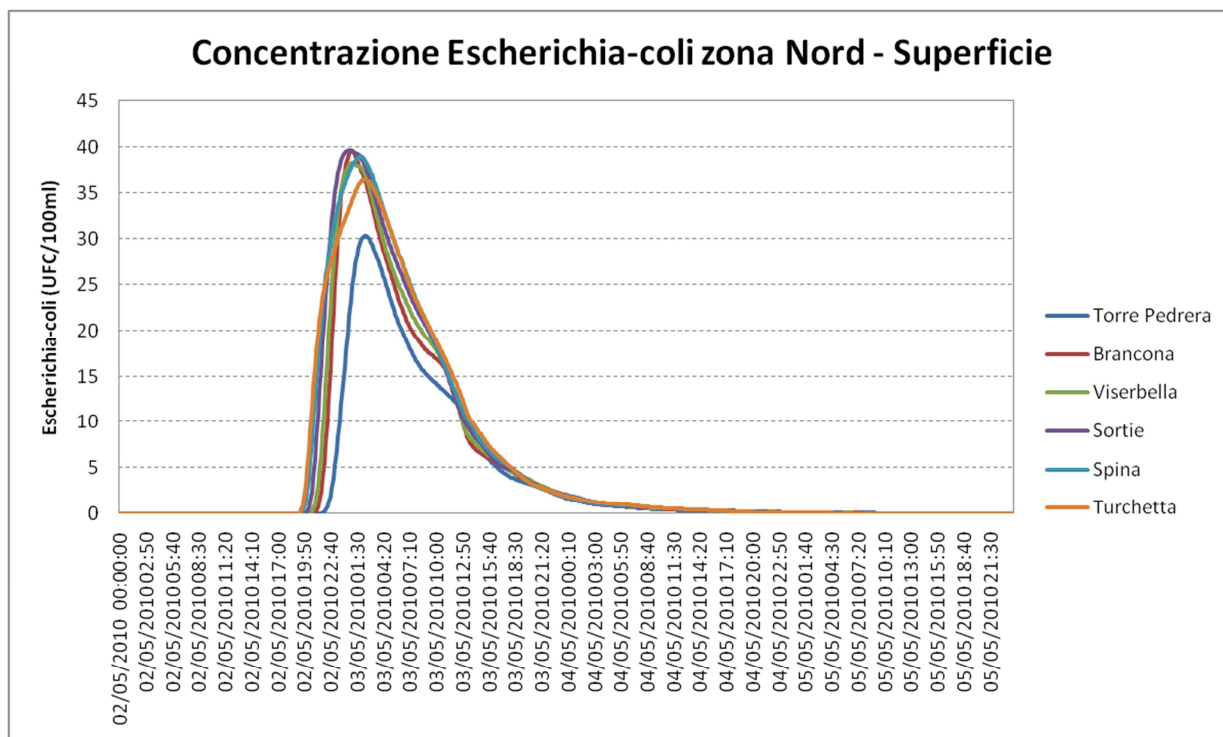


Fig. 5.3.1: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 02-07 maggio 2010

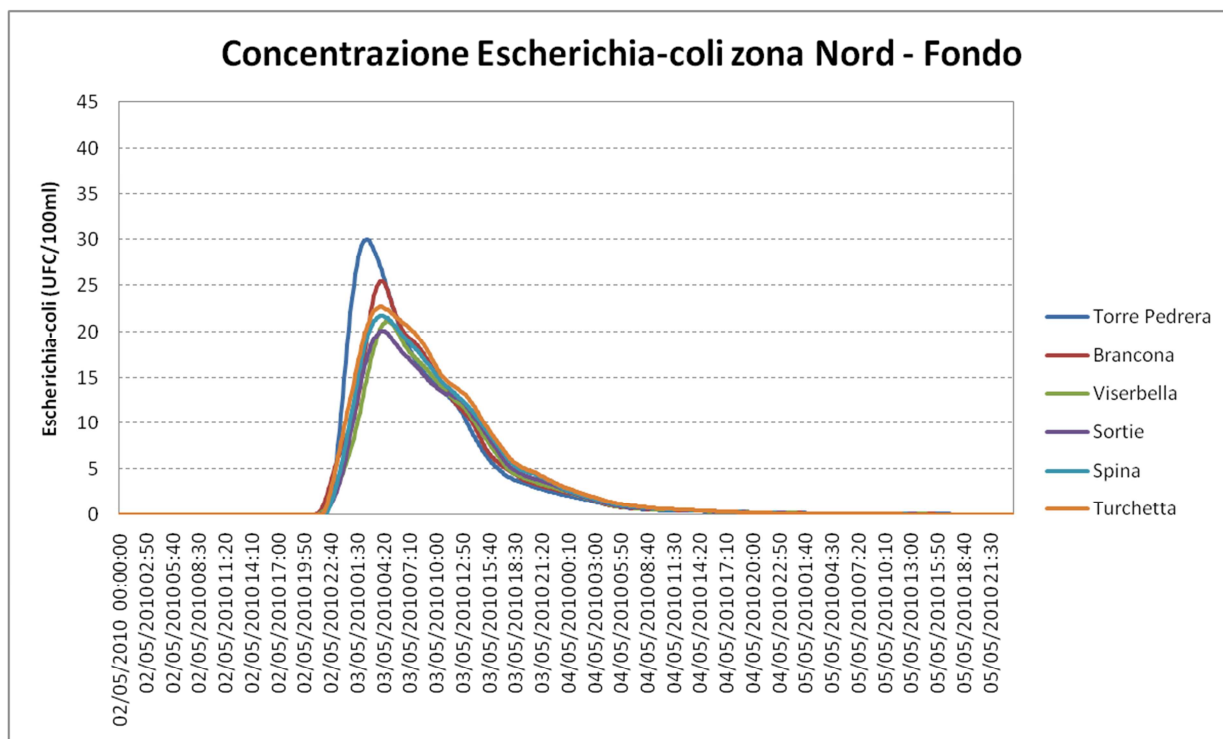


Fig. 5.3.2: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 02-07 maggio 2010

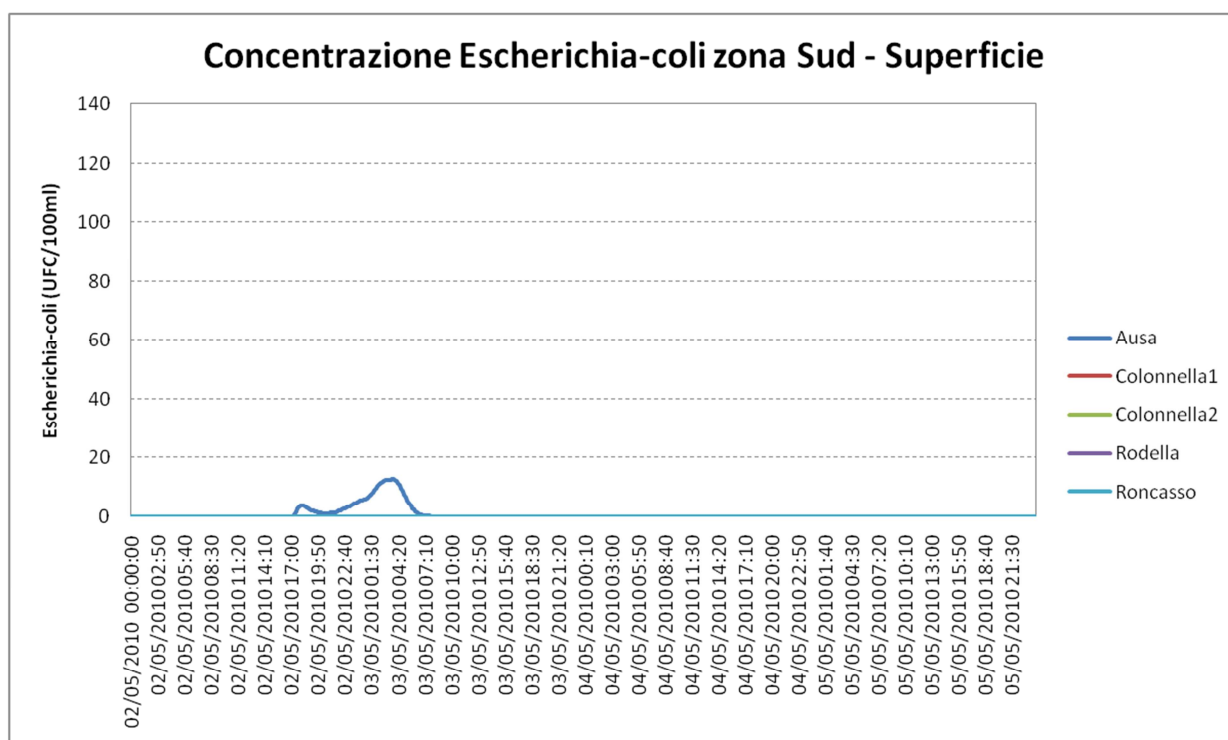


Fig. 5.3.3: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Riminidurante l'evento del 02-07 maggio 2010

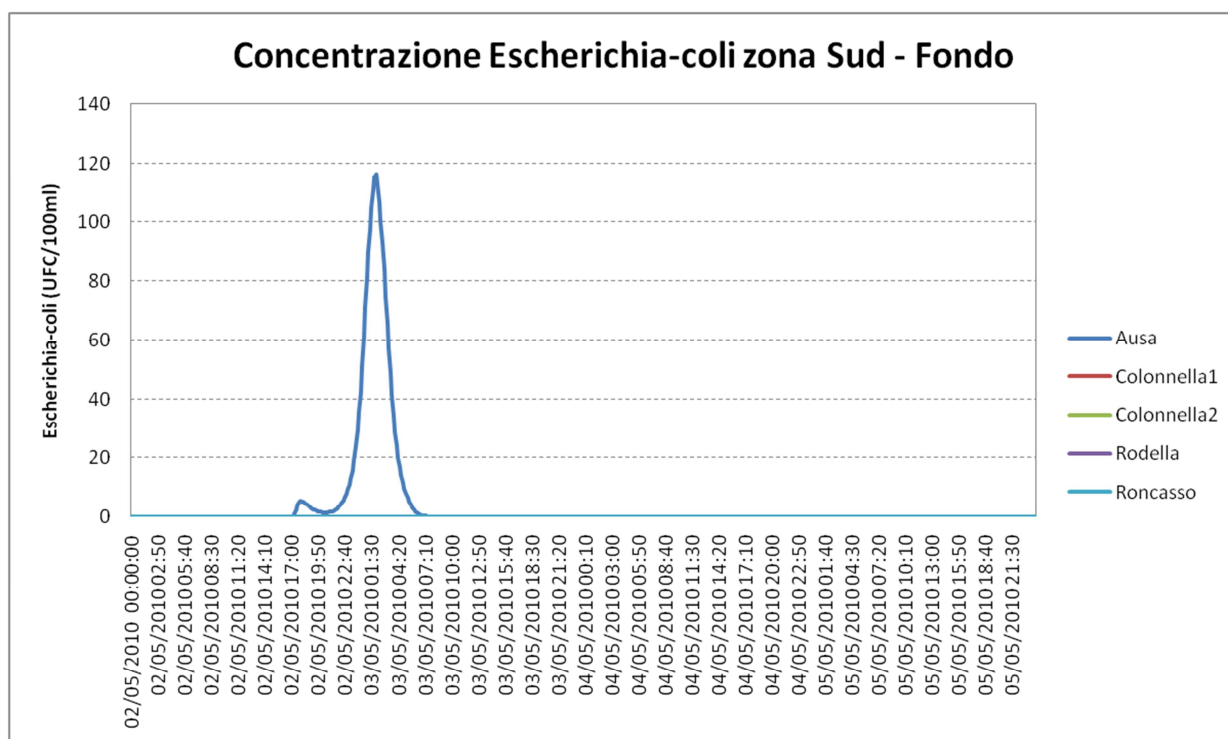


Fig. 5.3.4: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Riminidurante l'evento del 02-07 maggio 2010

5.4 Simulazione del caso di "bora": 13-17 settembre 2012

Come riportato in tabella 4.3.1, durante questo episodio, le paratoie di tutti gli scolmatori di piena nella zona sud di Rimini (AUSA, Colonnella I, Colonnella II, Rodella e Roncasso) si sono aperte intorno alle ore 08:00 locali (06:00 UTC) del 13 settembre, rimanendo aperte per circa 12 ore e mezzo.

Si è forzato quindi il modello con la concentrazione e la portata descritte nel paragrafo 5.1 e applicate alle ore 06:00 UTC del 13 settembre, così da simulare la diffusione dell'inquinante con le reali condizioni meteo-marine del periodo in esame.

I risultati della simulazione sono riportati nei grafici successivi, che indicano l'andamento temporale della concentrazione di Escherichia-coli nei punti di controllo (sia in superficie che sul fondo) posti a 300 m dalla riva, quindi al bordo esterno delle acque di balneazione.

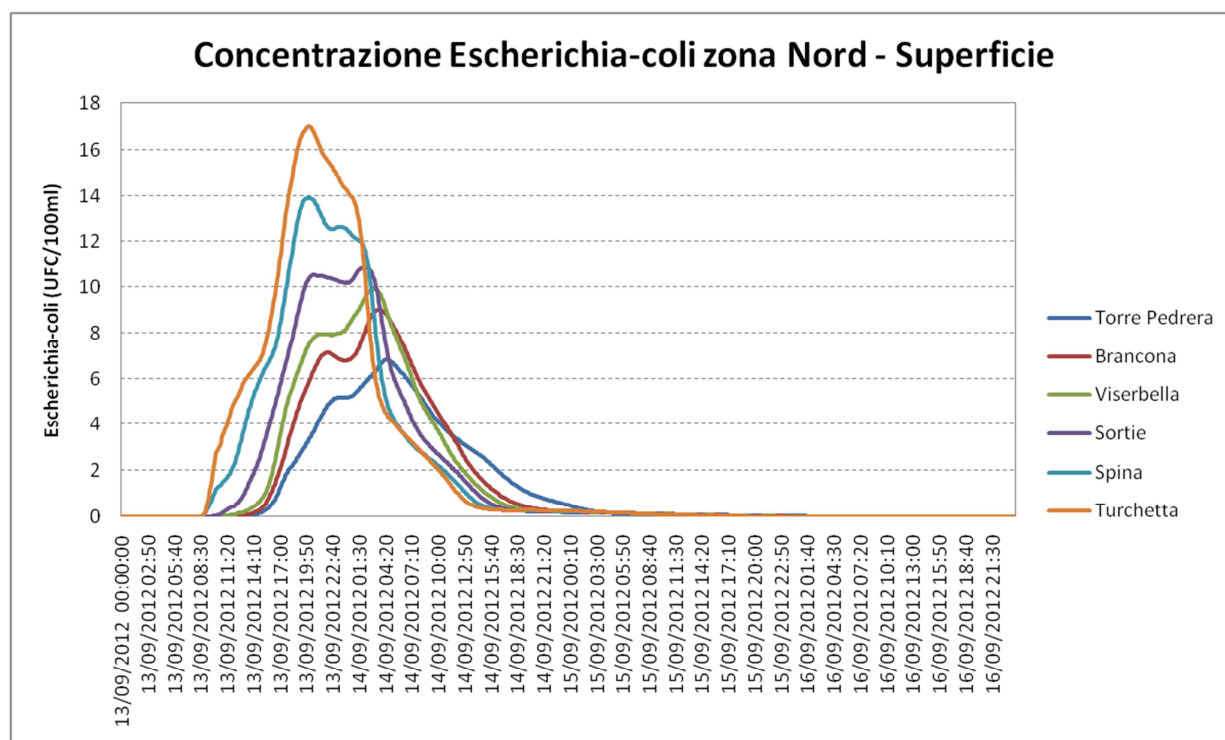


Fig. 5.4.1: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

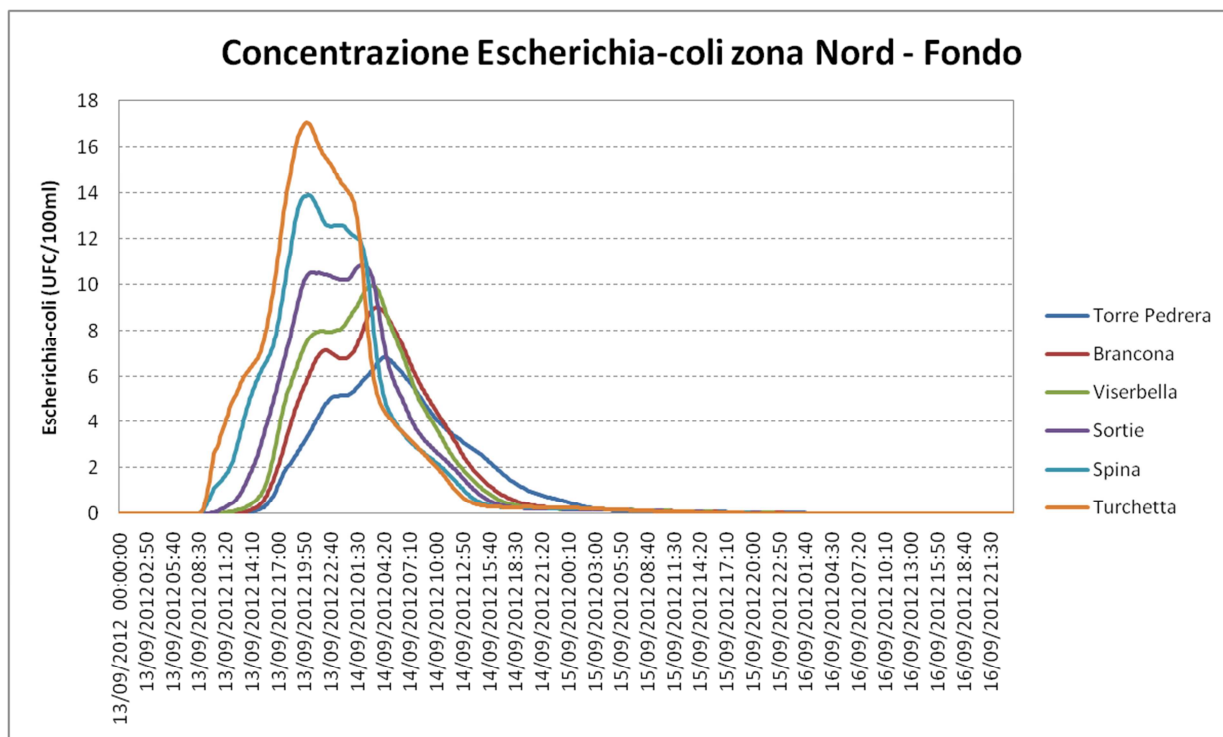


Fig. 5.4.2: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

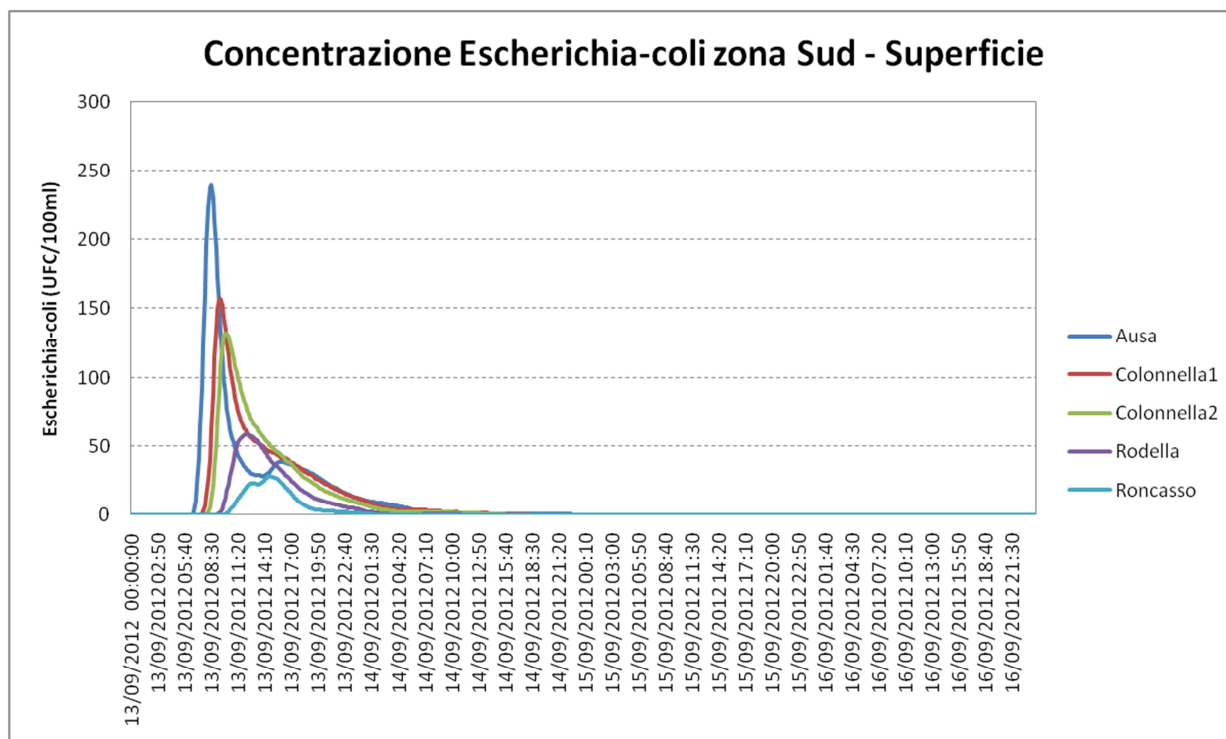


Fig. 5.4.3: Concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

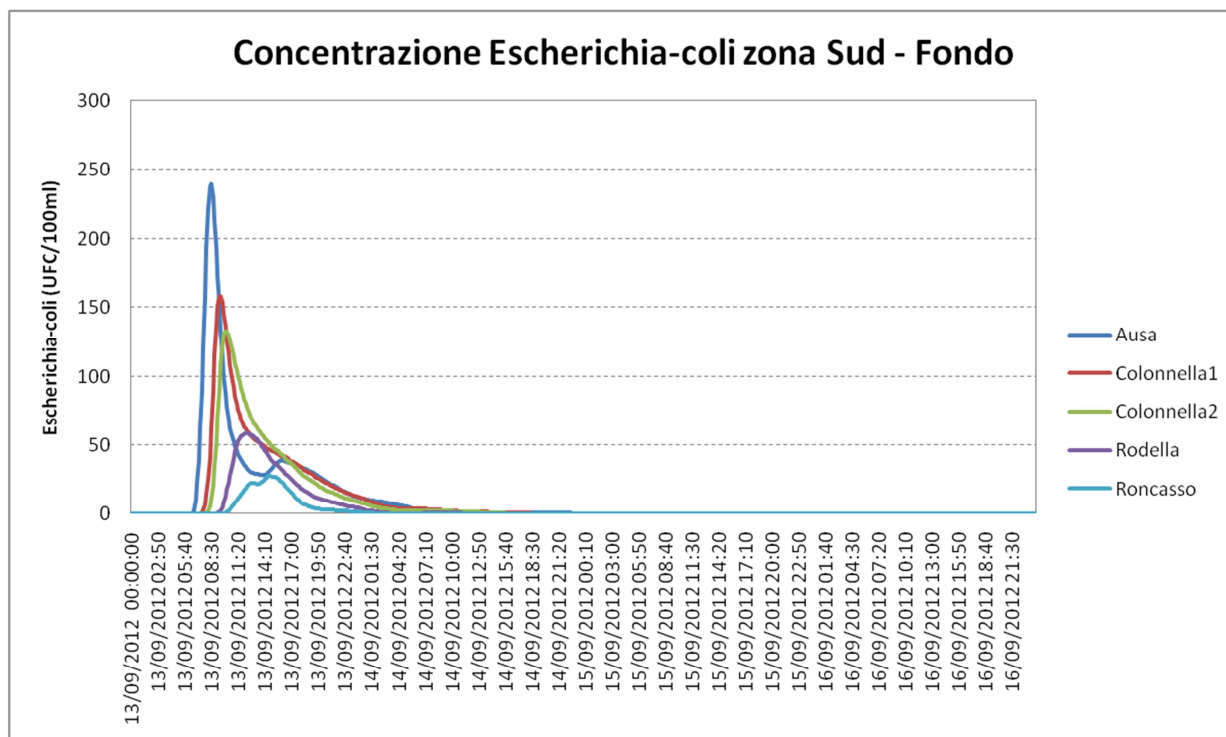


Fig. 5.4.4: Concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

5.5 Conclusioni delle simulazioni preliminari

I risultati delle simulazioni effettuate e riportati nei paragrafi precedenti mostrano chiaramente che con i valori di concentrazione e di portata di refluo uscente dalla condotta sottomarina posta a circa 1 km dalla linea di costa, e descritti nel paragrafo 5.1, le concentrazioni al confine delle acque di balneazione (300 m dalla riva) rimangano inferiori ai limiti di legge (500 UFC/100 ml per gli Escherichia-coli), sia in superficie che sul fondo, in tutti e tre i casi rappresentativi individuati e descritti nel capitolo 4.

Sia per il caso di calma che per quello di scirocco l'inquinante si muove principalmente verso Nord. Mentre in superficie, in entrambi i casi, le concentrazioni si attestano su valori massimi di 40-70 UFC/100 ml, sul fondo, nel caso di scirocco, la concentrazione nel punto di controllo più prossimo allo scarico (punto di controllo AUSA) raggiunge valori di circa 120 UFC/100ml. Questa differenza tra valori superficiali e di fondo risiede probabilmente nel fatto che gli strati più superficiali sono stati più condizionati dal vento e dalle onde che avevano chiaramente una direzione da SE (figure 4.2.5 e 4.2.7 scadenze 02.05.2010 12:00 UTC e 03.05.2010 00:00 UTC), mentre gli strati inferiori possono aver risentito di una maggior stagnazione dell'acqua dovuta a un ricircolo di corrente nella zona di Rimini (figura 4.2.8 scadenze 02.05.2010 12:00 UTC e 03.05.2010 00:00 UTC).

Il caso di bora (13-17 settembre 2012), invece, è quello che genera valori di concentrazione di Escherichia-coli più elevati nella zona Sud di Rimini, con valori massimi di circa 250 UFC/100ml sia per gli strati superficiali d'acqua che per quelli di fondo.

Il caso di bora è quindi quello con maggior ricaduta ai fini dell'inquinamento di breve durata delle acque di balneazione, anche se i valori simulati rimangono ampiamente sotto i limiti stabiliti per legge.

La simulazione con le caratteristiche costruttive definitive della condotta sottomarina, sarà quindi effettuata considerando questo evento meteo-marino e rappresenterà l'evento di progetto descritto nel capitolo successivo.

6 Simulazione dell'evento di progetto

Sulla base dei risultati delle simulazioni preliminari effettuate e descritte nel capitolo precedente, si è visto che il caso di bora è quello con maggior ricaduta ai fini dell'inquinamento di breve durata all'interno delle acque di balneazione.

Per analizzare l'evento di progetto, quindi, si è proceduto con la simulazione in concomitanza del solo evento di bora del 13-17 settembre 2012 di uno scarico a mare modellato sulla base delle reali caratteristiche costruttive.

Riprendendo quanto già specificato nel paragrafo 5.4, durante questo episodio, le paratoie di tutti gli scolmatori di piena nella zona sud di Rimini si sono aperte intorno alle ore 08:00 locali (06:00 UTC) del 13 settembre, rimanendo aperte per circa 12 ore e mezzo.

In questa simulazione si è forzato quindi il modello con il segnale di inizio scarico (concentrazione e portate diverse da 0) applicato alle ore 06:00 UTC del 13 settembre, così da simulare la diffusione dell'inquinante con le reali condizioni meteo-marine del periodo in esame.

6.1 Caratterizzazione scarico

Secondo le indicazioni ricevute da HERA lo scarico sarà di tipo distribuito, cioè sarà prevista una batteria di 12 bocchette di uscita alla condotta sottomarina, la prima delle quali sarà posizionata a una distanza di circa 950 metri dalla linea di riva (circa 1150 metri dall'attuale scarico AUSA) per una lunghezza totale dello scarico di circa 100 metri.

In base alla griglia di calcolo progettata, la geometria dello scarico reale è stato modellizzato con 7 punti di uscita, corrispondenti ai punti griglia disponibili nella distanza 1150-1250 metri dall'attuale sbocco dello scolmatore di piena dell'Ausa (figure 6.1.1 e 6.1.2). In termini di larghezza, nonostante siano previste tre condotte di scarico di 2 m ciascuna, vista la limitata distanza tra le stesse (2 m circa), lo scarico è stato associato ad un unico punto griglia.

Le bocchette di scarico saranno posizionate sul fondo, quindi i punti di uscita sono stati impostati appartenenti al livello verticale inferiore del modello.

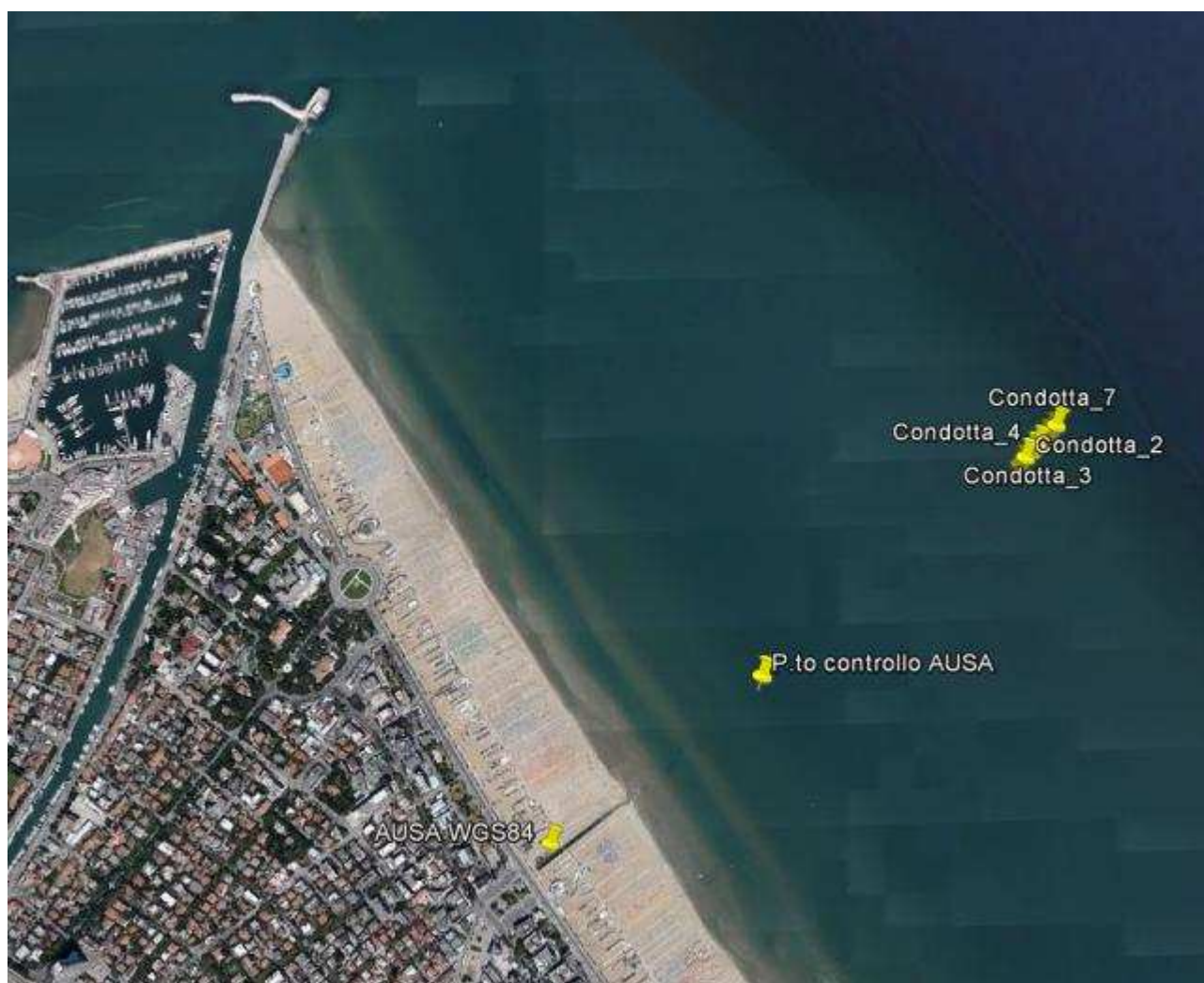


Fig. 6.1.1: localizzazione geografica e schematizzazione nel modello idrodinamico dello scarico distribuito previsto da HERA per la condotta sottomarina



Fig. 6.1.2: particolari della schematizzazione nel modello idrodinamico dello scarico distribuito previsto da HERA per la condotta sottomarina

Le caratteristiche del refluo in uscita sono le stesse descritte nel paragrafo 5.1, ad eccezione della portata di ogni singolo scarico che, non considerando più una sola uscita puntuale, è stata equamente suddivisa considerando le 7 bocchette con la medesima capacità di deflusso. La portata totale è la stessa veicolata dalla condotta nei casi precedenti.

6.2 Risultati della simulazione dell'evento di progetto

I risultati della simulazione sono riportati nei grafici successivi, che indicano l'andamento temporale della concentrazione di Escherichia-coli negli 11 punti di controllo (sia in superficie che sul fondo) posti a 300 m dalla riva, quindi al bordo esterno delle acque di balneazione.

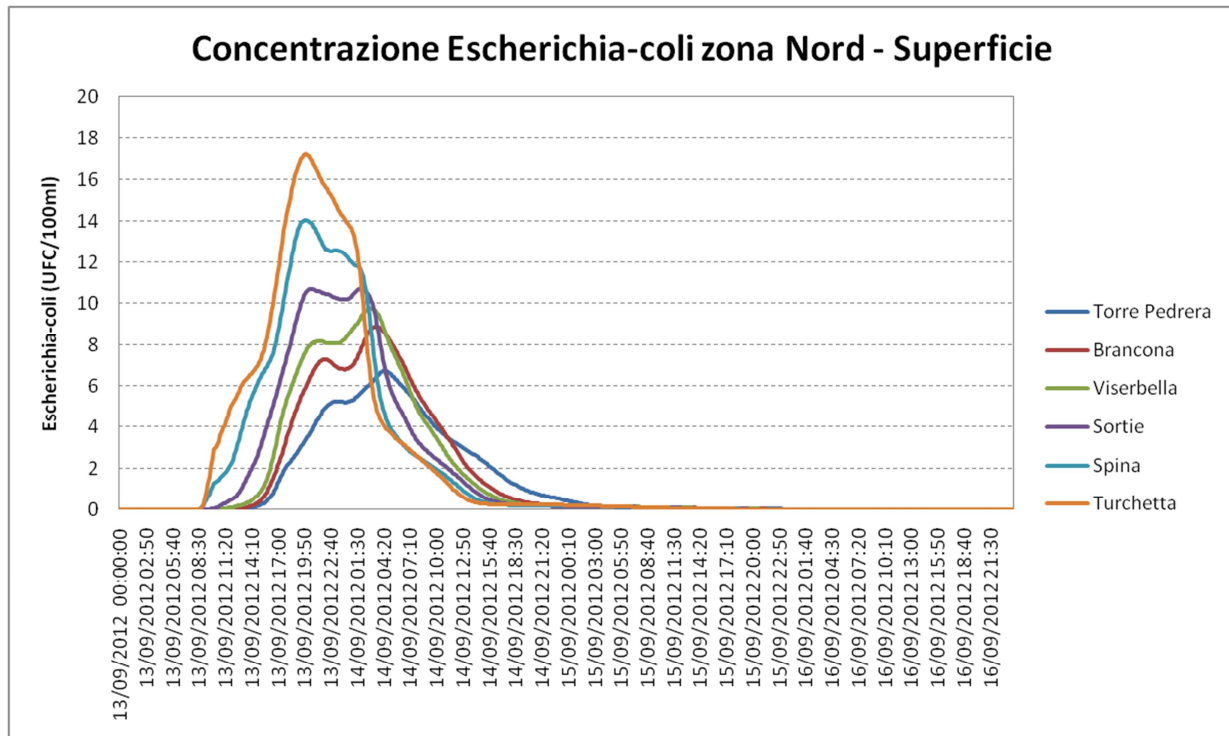


Fig. 6.2.1: Evento di progetto - concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

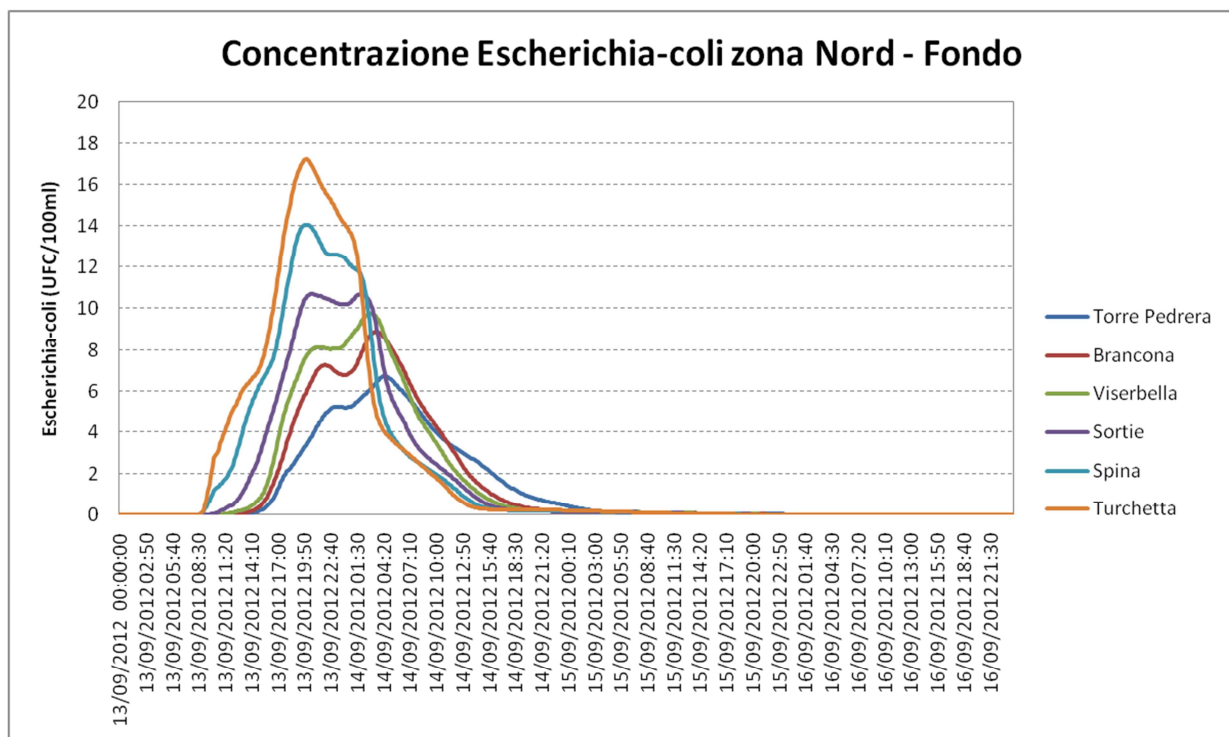


Fig. 6.2.2: Evento di progetto - concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Nord di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

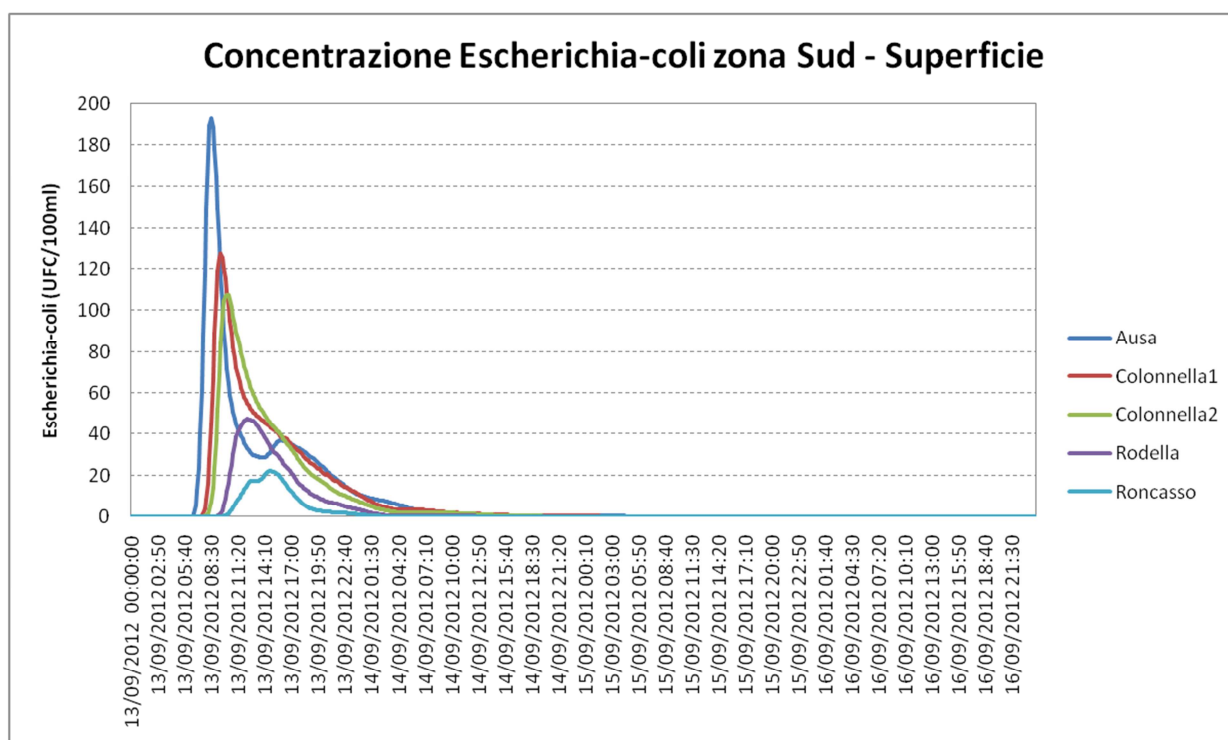


Fig. 6.2.3: Evento di progetto - concentrazione in superficie degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

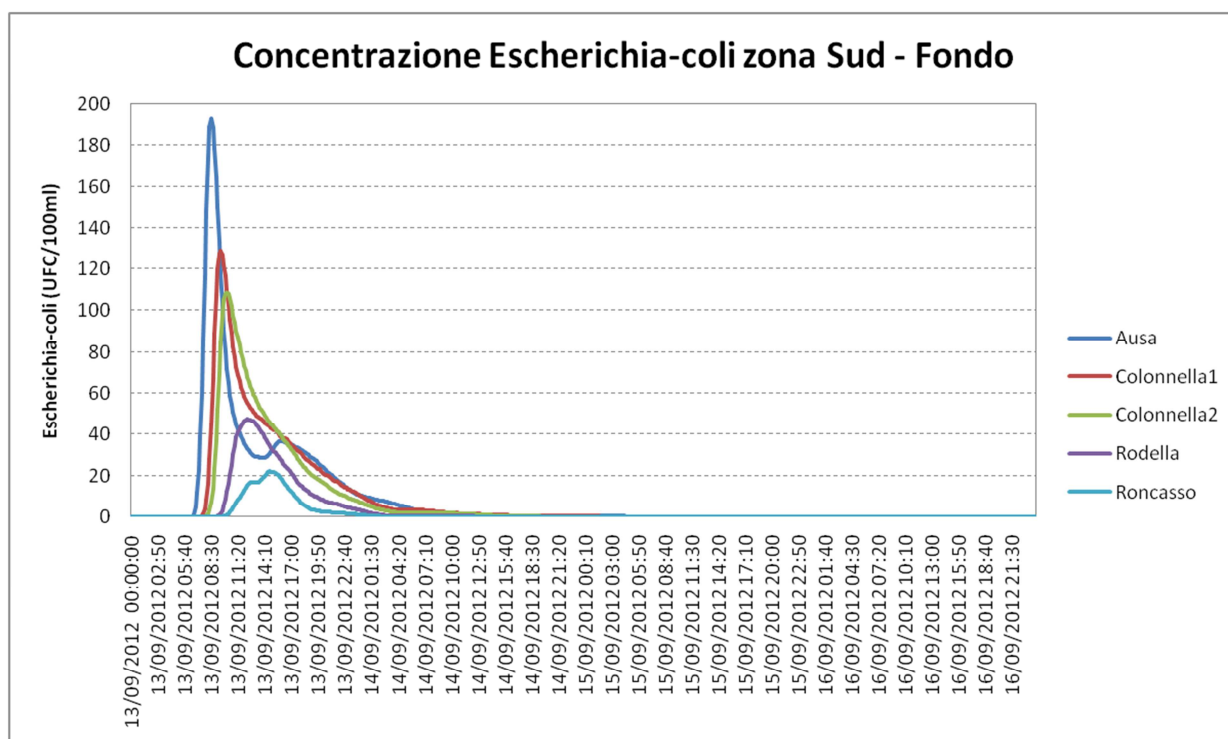


Fig. 6.2.4: Evento di progetto - concentrazione sul fondo degli Escherichia-coli nei punti di controllo della zona Sud di Rimini durante l'evento del 13-17 settembre 2012

6.3 Conclusioni delle simulazioni dell'evento di progetto

I risultati della simulazione effettuata e riportati nei grafici precedenti mostrano chiaramente che stante i valori imposti di concentrazione e di portata di reflujo uscenti dalla condotta sottomarina in modo distribuito lungo in tratto lungo circa 100 metri, le concentrazioni al confine delle acque di balneazione (300 m dalla riva) rimangano inferiori ai limiti di legge (500 UFC/100 ml per gli Escherichia-coli), sia in superficie che sul fondo.

Il valore massimo di concentrazione di Escherichia-coli registrato durante la simulazione è di 193 UFC/100ml alle ore 08:30 UTC del 13 settembre 2012 nel punto di controllo AUSA.

I valori di concentrazione nei punti di controllo della zona Nord di Rimini, invece, non superano, in questo caso, il valore di 18 UFC/100ml.

Rispetto alla stessa simulazione dell'evento di bora, ma in cui era stato considerato uno scarico unico (paragrafo 5.4) si nota come aver distribuito l'uscita dalla condotta lungo una batteria di bocchette lunga circa 100 metri, abbia contribuito ad abbassare la concentrazione degli inquinanti ai punti di controllo della zona Sud di circa il 20%.

7 Conclusioni

In questo studio è stato implementato un modello litoraneo nella zona di Rimini con lo scopo di simulare l'evoluzione del pennacchio di concentrazione di forme fecali (in particolare del batterio *Escherichia coli*) presenti nelle acque miste diluite, scaricate al largo della costa riminese da una condotta sottomarina a servizio di un volume di laminazione posizionato nei pressi di Piazzale Kennedy.

L'opera in progetto, costituita sinteticamente da un volume di prima pioggia, da uno di laminazione, da un sistema idrovoro di rilancio al largo delle portate eccedenti la capacità del sistema, in concomitanza con gli eventi pluviometrici critici, è parte del complesso di opere denominato Piano per la Salvaguardia della Balneazione di Rimini.

Tale piano, stralcio del Piano Generale delle Fognature del Comune di Rimini, ha come scopo principale quello di aumentare la fruibilità del litorale riminese e della balneazione, riducendo il numero di aperture dello scarico di emergenza in battigia.

In tale ambito il presente studio rappresenta un elemento necessario a valutare il corretto dimensionamento di tali opere (volumetria vasche, potenzialità idrovoro, lunghezze e diametri condotte) al fine di garantire in presenza dell'attivazione dell'impianto di scarico a mare condizioni comunque compatibili con la balneazione.

Sulla base delle indicazioni fornite da HERA in termini di localizzazione e di caratteristiche del refluo allo scarico (concentrazione, portata, temperatura e salinità) è stato simulato, per le condizioni meteo-marine ritenute maggiormente significative, l'andamento della concentrazione nello spazio e nel tempo di forme fecali.

I risultati di tale studio, relativi alle situazioni analizzate, mostrano chiaramente che, stante i valori imposti di concentrazione e di portata di refluo uscenti dalla condotta sottomarina in modo distribuito su un tratto di circa 100 metri, le concentrazioni di *Escherichia coli* al confine delle acque di balneazione (300 m dalla riva) rimangono ampiamente inferiori ai limiti di legge (500 UFC/100 ml), sia in superficie che sul fondo.