

**Aumento delle quantità di rifiuti effettivamente destinati al recupero ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. presso l'impianto della ditta RMP Recuperi S.r.l, sito in via Palazzina n. 3, loc. San Varano, Comune di Forlì (FC)**

**Verifica di assoggettabilità a VIA (screening)  
ai sensi dell'Art. 10 della legge regionale 4/2018 e art.19 del d.lgs. 152/2006**

**Bilancio dei consumi di acqua**



**RMP RECUPERI SRL**  
Cap. Soc. € 10.000,00 int. versato  
Sede leg.: Via Palazzina n. 3 - 47121 FORLÌ (FC)  
Tel. 0543 479634  
P.IVA-C.F.-Iscr. Reg. Impr. FC 04420010409  
REA FO-410293

*Pagina lasciata intenzionalmente vuota*

**Aumento delle quantità di rifiuti effettivamente destinati al recupero ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. presso l'impianto della ditta RMP Recupero S.r.l, sito in via Palazzina n. 3, loc. San Varano, Comune di Forlì (FC)**

-

**Verifica di assoggettabilità a VIA (screening) ai sensi dell'Art. 10 della legge regionale 4/2018 e art.19 del d.lgs. 152/2006**

## **Bilancio dei consumi di acqua**

### **Indice**

1. Premessa	4
2. Sistema di abbattimento delle polveri	5
2.1 Abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso	5
2.2 Abbattimento delle polveri generate dalla viabilità interna	7
2.3 Abbattimento delle polveri generate dalle operazioni di lavorazione, movimentazione e stoccaggio dei cumuli ed erosione del vento	7
2.4 Sintesi dei dati raccolti	11
3. Dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche e di recupero del processo produttivo	14
3.1 Acque meteoriche	14
3.2 Troppo pieno	17
3.3 Bilancio del sistema di stoccaggio delle acque	17
3.3.1 Acque di processo	18
3.3.2 Apporti e perdite	19
3.3.3 Verifica della risposta del sistema alle variazioni climatiche	20
4. Conclusioni	24

*Pagina lasciata intenzionalmente vuota*

## 1. Premessa

Il sistema di raccolta e riciclo delle acque dell'impianto produttivo è stato autorizzato in seguito ad una procedura di verifica (screening) *“proposta di modifica di laghetto di accumulo di acque piovane a servizio di impianti di frantumazione e recupero inerti”* con delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna, n. 962/2008.

Il progetto in oggetto prevedeva la modifica morfologica dimensionale di un bacino di decantazione delle acque di risulta dell'impianto frantumazione e recupero inerti con riduzione a mc. 2.300 del volume già autorizzato di mc. 6.660, con aggiunta di una vasca da m<sup>3</sup> 300 in ingresso al bacino.

Il progetto definitivo (si veda l'allegata *“Planimetria sistema gestione acque”*) venne dimensionato sulle indicazioni fornite nella relazione idraulica redatta dall'ing. Zanchini dott. Stefano nel 2008 in cui il progettista premette che *“per le lavorazioni sono messi in circolo circa 3.000 m<sup>3</sup> al giorno ed è stata stimata una perdita media giornaliera di circa 400 m<sup>3</sup> che restano intrappolati nei materiali trattati, o si disperdono per evapotraspirazione. Da ciò si deduce che circa 2.600 m<sup>3</sup> al giorno possono essere rimessi in circolo, mentre i 400 m<sup>3</sup> persi devono essere reintegrati con prelievi da un pozzo esistente o catturando e stoccando le acque meteoriche dopo averle adeguatamente trattate”*. Questo progetto prevede anche un terzo specifico bacino di stoccaggio per la gestione e la verifica della qualità delle acque di recupero e di troppo pieno ai fini del rispetto delle norme per lo scarico in superficie.

Consultando la planimetria si può notare che la quantità di acqua intrappolata nei materiali trattati viene indicata in 128 m<sup>3</sup> e 20 m<sup>3</sup> l'acqua stimata per l'impiego nell'impianto di betonaggio. A parere dello scrivente il primo valore appare abbastanza abnorme e il sospetto è che si siano scambiati il contenuto di acqua pellicolare (tipico dei materiali granulari lavorati in questo processo  $\approx 5\%$ ) con la porosità interstiziale (tipico di un materiale limo-argilloso  $\approx 30-33\%$ ). Rimangono comunque almeno 260 m<sup>3</sup> al giorno per l'impiego nella bagnatura della viabilità e dei materiali stoccati, ovvero le acque che si *“disperdono per evapotraspirazione”* e quindi da reintegrare con prelievi dal pozzo esistente o catturando e stoccando le acque meteoriche.

Di questa parte non è fornito un dimensionamento preciso e, a parte la rappresentazione planimetrica delle linee di distribuzione con la collocazione degli ugelli e le funzionalità di massima tramandate nelle varie versioni del manuale operativo, al fine di descrivere lo stato attuale e quindi quello di progetto, si è dovuto ricostruire le prassi attualmente utilizzate nell'abbattimento delle polveri legate al transito dei veicoli e alla dispersione eolica per stimare le relative quantità di acqua effettivamente utilizzate.

Discorso diverso va fatto per la gestione del bacino di raccolta delle acque meteoriche da impiegare nel processo produttivo. In questo caso il progettista idraulico ha prodotto un vero e proprio dimensionamento che ha suddiviso e caratterizzato l'area complessiva

dell'impianto in sottobacini, ciascuno con punto di raccolta e invio delle acque al bacino di stoccaggio al fine di ottimizzare i tempi di corrivazione e le perdite.

Il progetto venne completato nel 2009 con una modifica: la deviazione della condotta che convoglia l'acqua proveniente dalla filtropressa verso il chiarificatore piuttosto che nel bacino di stoccaggio.

Va infine ricordato che il prelievo di acque dal pozzo è basato su una concessione rilasciata a Garavini Luigi (FC03A0030), precedente gestore, per una quantità massima concessionata pari a 740 m<sup>3</sup>/anno.

## 2. Sistema di abbattimento delle polveri

Il sistema di abbattimento delle polveri prodotte dalla viabilità è suddiviso in tre settori: il primo copre il tratto di viabilità asfaltata che collega la viabilità pubblica tramite l'accesso da via del Guado all'ingresso dell'impianto attraverso Via Carlo Forlanini. Il secondo copre il tratto di viabilità asfaltata interna che consente, attraverso la pesa, l'accesso all'area produttiva; l'ultimo copre il tratto di viabilità interna di accesso alla tramoggia di alimentazione del mulino a martelli dell'impianto principale, alle tramogge di alimentazione dell'impianto di betonaggio e all'area di conferimento per il carico e scarico dei materiali.

### 2.1 Abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso

Il tratto di viabilità asfaltata esterna che insiste su via C. Forlanini è di proprietà comunale e viene utilizzato e gestito tramite una convenzione fra il Comune di Forlì e la ditta. La convenzione prevede la manutenzione del manto asfaltato e della sede stradale.

È inoltre previsto che vanga bagnato regolarmente al fine di evitare l'accumulo di fango e la produzione di polveri nel tratto in aderenza con la pista ciclabile del Parco Urbano che si sviluppa lungo l'argine fluviale (Tabella 2.1).

La velocità del traffico veicolare è limitata a 15 km/h e la sede stradale viene bagnata con autobotte 2 volte al giorno per un totale di 30 q.li di acqua erogati giornalmente.

Bagnatura della viabilità di accesso esterna				
Mese	Erogazioni	Giorni	Volume erogazione (litri)	Consumo (m <sup>3</sup> )
Gennaio	1	21	1500	32
Febbraio	1	19	1500	29
Marzo	1	21	1500	32
Aprile	1	21	1500	32
Maggio	2	21	1500	63

Bagnatura della viabilità di accesso esterna				
Mese	Erogazioni	Giorni	Volume erogazione (litri)	Consumo (m³)
Giugno	2	21	1500	63
Luglio	2	21	1500	63
Agosto	2	21	1500	63
Settembre	2	21	1500	63
Ottobre	2	21	1500	63
Novembre	1	21	1500	32
Dicembre	1	21	1500	32
Consumo annuo (m³):				564

Tabella 2.1 - Caratteristiche e consumi del sistema di abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso esterna.

Sul lato nord della viabilità asfaltata di accesso sono installati 26 ugelli ad emissione laterale. L'attivazione avviene tramite l'impiego di un temporizzatore configurato per un'erogazione della durata di 3 minuti ogni 30 minuti (Tabella 2.2).

Spruzzatori temporizzati (3 min. ogni 30 min.)						
Mese	Erogatori	Giorni	Attivazioni	Portata (litri/min)	Durata (min)	Consumo (m³)
Gennaio	26	21	0	7	3	0
Febbraio	26	19	0	7	3	0,0
Marzo	26	21	16	7	3	183,5
Aprile	26	21	16	7	3	183,5
Maggio	26	21	16	7	3	183,5
Giugno	26	21	16	7	3	183,5
Luglio	26	21	16	7	3	183,5
Agosto	26	21	16	7	3	183,5
Settembre	26	21	16	7	3	183,5
Ottobre	26	21	16	7	3	183,5
Novembre	26	21	16	7	3	183,5
Dicembre	26	21	0	7	3	0,0
Erogazioni annue:			78.624	Consumo annuo (m³):		1.651,104

Tabella 2.2 - Caratteristiche e consumi del sistema di abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso interna.

## 2.2 Abbattimento delle polveri generate dalla viabilità interna

Sul lato est all'uscita dalla pesa e sul lato ovest della rampa di accesso alle tramogge sono installati 5 + 15 ugelli ad emissione laterale. L'attivazione avviene tramite l'impiego di un temporizzatore configurato per un'erogazione della durata di 1 minuto ogni 60 minuti (Tabella 2.3).

Mese	Spruzzatori temporizzati (1 min. ogni 60 min.)					
	Erogatori	Giorni	Attivazioni	Portata (litri/min)	Durata (min)	Consumo (m³)
Gennaio	20	21	0	7	1	0,00
Febbraio	20	19	0	7	1	0,00
Marzo	20	21	8	7	1	23,52
Aprile	20	21	8	7	1	23,52
Maggio	20	21	8	7	1	23,52
Giugno	20	21	8	7	1	23,52
Luglio	20	21	8	7	1	23,52
Agosto	20	21	8	7	1	23,52
Settembre	20	21	8	7	1	23,52
Ottobre	20	21	8	7	1	23,52
Novembre	20	21	8	7	1	23,52
Dicembre	20	21	0	7	1	0,00
Erogazioni annue:			30.240	Consumo annuo (m³):		211,68

Tabella 2.3 - Caratteristiche e consumi del sistema di abbattimento delle polveri generate dalla viabilità interna

## 2.3 Abbattimento delle polveri generate dalle operazioni di lavorazione, movimentazione e stoccaggio dei cumuli ed erosione del vento

I cumuli possono generare polvere in varie fasi del processo di recupero dei rifiuti. La prima distinzione è quella fra la tipologia dei materiali che costituiscono i cumuli:

- Cumuli di materiali composti da rifiuti (messa in riserva) che comportano: lo scarico, la movimentazione, lo stoccaggio, la lavorazione.
- Terminata questa sequenza i cumuli sono costituiti da materiali recuperati (End of Waste) che a loro volta comporteranno: la movimentazione, lo stoccaggio e il carico sul camion verso la destinazione finale.

Entrambe le tipologie di cumuli sono poi soggette all'erosione da parte del vento.

Ovviamente le caratteristiche granulometriche e le modalità di produzione comportano una significativa differenza nella capacità di rilascio in atmosfera delle polveri.



Al fine di prevenire e/o mitigare tutte queste fasi potenzialmente produttrici di polveri la soluzione più efficace e praticata (a parte realizzare una struttura chiusa per isolarli dall'atmosfera con tutte le problematiche che comporta) è quella della bagnatura tramite nebulizzatori o spruzzatori.

Le aree da presidiare per lo stato attuale sono quelle individuate nella Tavola 2 Rev 03 (stato attuale) e riepilogate in tabella 2.4 mentre, nell'ipotesi di progetto sono quelle individuate nella Tavola 2 Rev 04 (stato modificato) e riepilogate in tabella 2.5.

Superfici disponibili messa in riserva (R5) (m <sup>2</sup> )		Superfici disponibili stoccaggio End of Waste (m <sup>2</sup> )	
Area "R5-A"	2.618	Area "EW-1"	1.012
Area "R5-B"	706	Area "EW-2"	1.041
Area "R5-C"	734	Area "EW-3"	561
Area "R5-D"	4.669	Area "EW-4"	16.371
Area "R5-E"	1.218	Area "EW-5"	2.986
<b>Superficie totale (R5):</b>	<b>9.945</b>	<b>Superficie totale (EoW):</b>	<b>21.971</b>

*Tabella 2.4 - Riepilogo delle superfici destinate allo stoccaggio dei rifiuti da riciclare e i relativi end of waste nello stato attuale.*

Superfici disponibili messa in riserva (R5) (m <sup>2</sup> )		Superfici disponibili stoccaggio End of Waste (m <sup>2</sup> )	
Area "R5-A"	2.587	Area "EW-1"	1.012
Area "R5-B"	706	Area "EW-2"	1.101
Area "R5-C"	734	Area "EW-3"	561
Area "R5-D"	4.615	Area "EW-4"	9.716
Area "R5-E"	1.260	Area "EW-5"	2.986
Area "R5-F"	5.345		
<b>Superficie totale (R5):</b>	<b>15.247</b>	<b>Superficie totale (EoW):</b>	<b>15.376</b>

*Tabella 2.5 - Riepilogo delle superfici destinate allo stoccaggio dei rifiuti da riciclare e i relativi end of waste nell'ipotesi di progetto.*

Per la bagnatura la ditta fa ricorso ad ugelli da irrigazione riposizionabili e rotanti, azionati tramite martelletto, modello k1 (Vedi scheda allegata) con getto ad apertura angolare regolabile o libera (360°) e una gittata pari a circa 15 m se utilizzati singolarmente o circa 22 m x 22 m se usati in schiere disposte regolarmente (Figura 2.1).

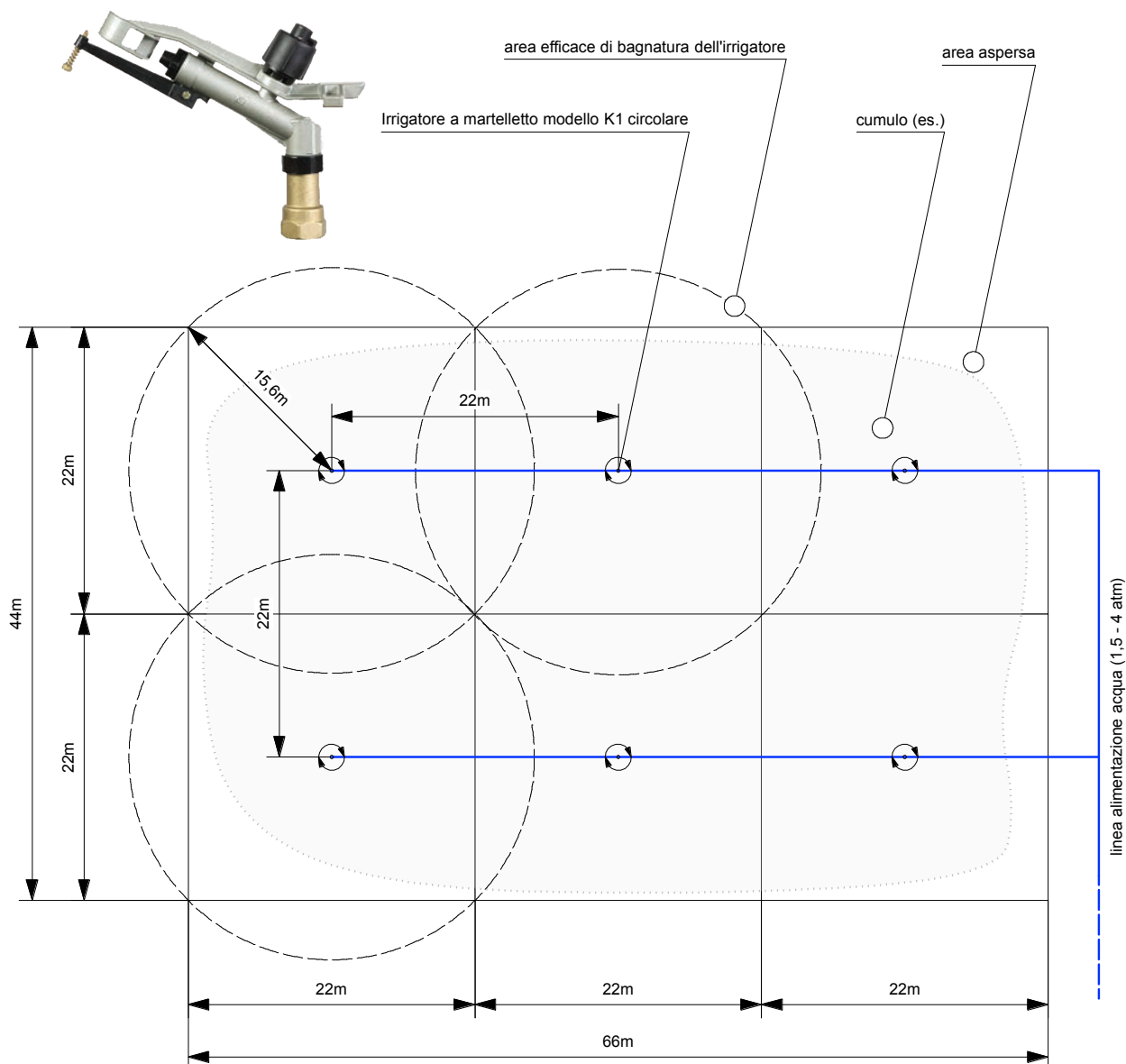


Figura 2.1 - Tipologia di ugello impiegato per la bagnatura delle aree destinate alla lavorazione e stoccaggio.

Questi erogatori possono essere azionati manualmente nel caso che se ne ravvisi la necessità o attraverso un temporizzatore.

È prevista un'erogazione mattutina per ripristinare un livello ottimale di umidità anche nei periodi più freddi in quanto, in seguito alle modifiche climatiche in corso, anche l'inverno si presenta sovente siccitoso e con temperature al di sopra della media (tabella 2.6).

Spruzzatori riposizionabili attivazioni temporizzate						
Mese	Erogatori	Giorni	Attivazioni Temp.	Portata (litri/min)	Durata (min)	Consumo (m <sup>3</sup> )
Gennaio	40	21	1	87	3	219
Febbraio	40	19	1	87	3	198
Marzo	40	21	1	87	3	219

Spruzzatori riposizionabili attivazioni temporizzate						
Mese	Erogatori	Giorni	Attivazioni Temp.	Portata (litri/min)	Durata (min)	Consumo (m³)
Aprile	40	21	1	87	3	219
Maggio	40	21	2	87	3	438
Giugno	40	21	2	87	3	438
Luglio	40	21	2	87	3	438
Agosto	40	21	2	87	3	438
Settembre	40	21	2	87	3	438
Ottobre	40	21	1	87	3	219
Novembre	40	21	1	87	3	219
Dicembre	40	21	1	87	3	219
Totali		250	355			3.706,2

Tabella 2.6 - Caratteristiche e consumi del sistema di abbattimento delle polveri

È previsto anche l'azionamento tramite sensore eolico degli erogatori al superamento della velocità di **5 m/s.** da parte del vento.

Utilizzando i dati forniti tramite il servizio DEXTER di Arpae relativi al 2023 si sono estratte le ricorrenze in grado di attivare il sensore (tabella 2.7) a partire dalla registrazione del massimo valore di raffica del vento nell'ora (Figura 2.2).

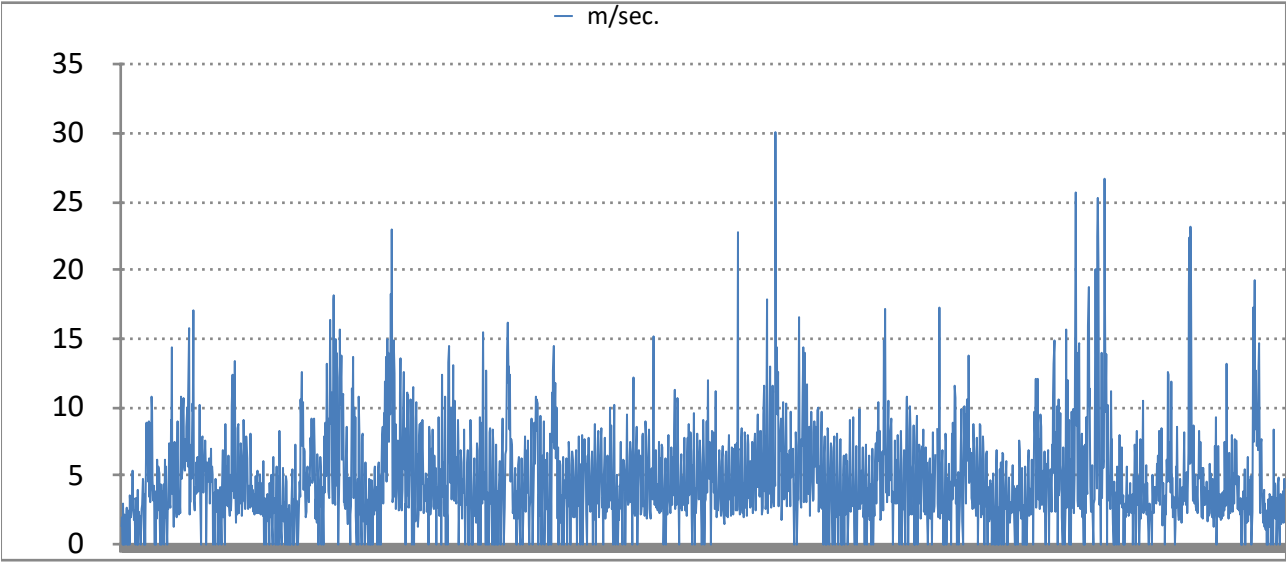


Figura 2.2 - Grafico del massimo valore di raffica del vento a 10 m dal suolo nell'ora (m/sec.) nell'intervallo temporale dal 1/1/2023 al 31/12/2023. (Fonte Arpae)

Variabile	Nr. ricorrenze annuali
Massimo valore di raffica del vento a 10 m dal suolo nell'ora (M/S)	3.324

Tabella 2.7 - Numero di ricorrenze dove la velocità del vento > 5m/sec. (Fonte Arpae)

L'impiego di un sensore eolico risponde ad una logica ben precisa d'impiego ma, come si può desumere dalla tabella 2.5, in realtà l'applicazione non è priva di criticità:

- 1) le emissioni di polvere dai cumuli si manifestano principalmente in occasione della movimentazione di una parte o dell'intero cumulo e l'erosione, una volta asportata la frazione superficiale, queste diventano trascurabili. Ovviamente l'erogazione controllata dal valore della velocità, può portare ad un consumo eccessivo e in parte superfluo di acqua.
- 2) l'azione del sensore eolico non ha capacità previsionali ma è una risposta meccanica alla rilevazione della velocità del vento per cui c'è sempre margine che parte delle polveri vengano comunque prodotte nelle fasi iniziali di raffiche particolarmente intense.

Spruzzatori riposizionabili attivazioni con comando eolico ( $v > 5\text{m/sec.}$ )					
Periodo	Erogatori	Attivazioni	Portata (litri/min)	Durata (min)	Consumo (m <sup>3</sup> )
Annuale	40	759	87	3	7.923

*Tabella 2.8 - Esempio di consumi collegati alla ricorrenza di raffiche di vento come indicato in tabella 2.5 riportate al numero di ore di attività dell'impianto.*

In tabella 2.8 sono riportati i consumi corrispondenti ai valori elencati in tab. 2.7 considerando solo un numero di ricorrenze pari alle ore di attività (8) e di giorni lavorativi (250).

## 2.4 Sintesi dei dati raccolti

In tabella 2.8 sono riepilogati i consumi calcolati per l'abbattimento delle polveri e riproposti in forma grafica in Figura 2.3. Attualmente questo è un valore costante che non varia in funzione delle quantità lavorate in quanto la prassi seguita dal personale di cantiere è quella di evitare a priori la produzione di polveri dai cumuli e la formazione di fanghiglie nella porzione asfaltata della viabilità di accesso. Questa logica porta certamente ad un eccesso di cautela e ad un uso non sempre mirato dell'abbattimento con acqua legandolo alla superficie impegnata piuttosto che alle effettive fasi di movimentazione dei cumuli.

D'altra parte non esistono sistemi oggettivi di facile impiego per la valutazione da parte degli operatori del potenziale rischio di diffusione delle polveri per cui non li si può biasimare se privilegiano la prevenzione a prescindere.

Nel complesso si può stimare un consumo medio giornaliero di circa 54 m<sup>3</sup> giornalieri, abbondantemente al di sotto dei 260 m<sup>3</sup> indicati in premessa.

Non va trascurato che, come vedremo nel successivo § 3, una parte di questa acqua può essere recuperata dal sistema di raccolta delle acque meteoriche e inviata al bacino di stoccaggio per cui il bilancio finale potrebbe probabilmente essere più favorevole.

Va comunque ribadito che, in assenza di un sistema di misurazione e registrazione dei consumi, quella effettuata è una stima approssimata basata sulle indicazioni fornite dal personale addetto alle operazioni di cantiere e le specifiche degli erogatori utilizzati ed ha principalmente lo scopo di definire un ordine di grandezza dei consumi attuali di acqua legati alle varie fasi dell'abbattimento delle polveri e in assenza di dati di dimensionamento progettuali.

Tipo di spruzzatore	Consumo acqua (m <sup>3</sup> )
Lavaggio viabilità d'accesso (Via C. Forlanini)	564
Spruzzatori temporizzati (3 min. ogni 30 min.)	1.651
Spruzzatori temporizzati (1 min. ogni 60 min.)	212
Spruzzatori riposizionabili - attivazioni temporizzate	3.706
Spruzzatori riposizionabili - attivazioni con comando eolico	7.923
<b>Totale annuale</b>	<b>14.056</b>
<b>Media giornaliera (250 gg)</b>	<b>56</b>

Tabella 2.9 - Riepilogo dei consumi di acqua per l'abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso e nelle aree di lavorazione e stoccaggio.

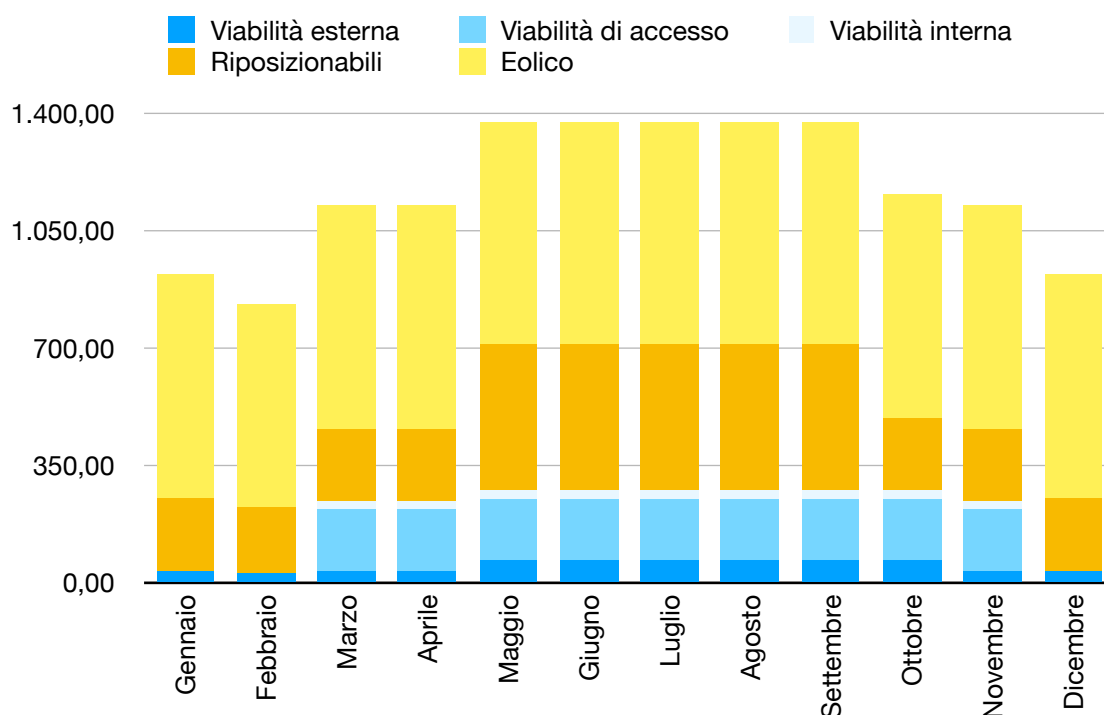


Figura 2.3 - Grafico dell'andamento dei consumi mensili di acqua per la bagnatura (m³). I valori dei consumi relativi all'abbattimento delle polveri gestito dal sensore eolico sono stati spalmati lungo tutto l'arco dell'anno in quanto: a) legato all'andamento casuale dei venti; b) i recenti andamenti climatici hanno mostrato la tendenza del permanere di condizioni di clima secco anche nel periodo invernale.

La visione di Figura 2.3 fornisce immediatamente l'obiettivo su cui concentrare gli sforzi per ridurre i consumi di acqua, necessari nella prospettiva dei cambiamenti climatici in corso: l'ottimizzazione delle tecniche di abbattimento delle polveri legate alla gestione dei cumuli di materiali movimentati, lavorati e stoccati mentre la viabilità, sia allo stato attuale che di progetto, rappresenta una frazione decisamente minoritaria (anche questa comunque migliorabile).

Certamente il sistema di controllo eolico, così com'è, non è una soluzione adeguata al risparmio delle risorse e va sostituito o integrato con sensoristica decisamente più moderna in grado di determinare l'umidità superficiale dei materiali non in maniera puntiforme ma areale<sup>1</sup> al fine di produrre previsioni più accurate e di facile utilizzo.

Considerazione analoga può essere fatta per i sistemi di bagnatura riposizionabili. Anche in questo caso lo stesso sistema potrebbe aiutare ad individuare modalità di utilizzo ottimali.

Purtroppo un impianto di lavorazione di inerti è uno degli ambienti industriali più ostili per definizione per qualsiasi tipo di tecnologia di rilevazione dati ma lo sviluppo di nuovi sistemi di misura del contenuto d'acqua, l'aumento dell'accuratezza dei modelli di previsione e rilevazione meteorologici, in particolare vento e misure radar e l'eventuale integrazione con prassi basate sull'intelligenza artificiale, rappresentano una valida opportunità da considerare, per niente remota come applicabilità e potenzialmente in grado di consentire risparmi rilevanti della risorsa acqua.

---

<sup>1</sup> <https://terraevita.edagricole.it/nova/nova-irrigazione/misuriamo-umidita-suolo-utilizzando-raggi-cosmici/>  
<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/sprechi-idrici-e-dissesto-idrogeologico-gps-e-5g-in-progetto-made-in-italy/>

### **3. Dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche e di recupero del processo produttivo**

L'impianto è dotato di un sistema di recupero e riciclo delle acque meteoriche e di quelle di processo (Tavola 3 Rev 03).

L'obiettivo è quello di regimare le acque del bacino di raccolta e stoccaggio destinate al riciclo per consentire allo stesso tempo di drenare le superfici interne dell'impianto e accumulare i quantitativi di acqua necessari al reintegro dell'acqua utilizzata nei cicli produttivi.

Per quanto compete il dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche e la suddivisione in sottobacini si fa riferimento al documento di progetto a firma dell'Ing. Stefano Zanchini *“Progetto di trattamento delle acque meteoriche per la realizzazione e la gestione di un impianto di recupero di rifiuti speciali non pericolosi sito nel Comune di Forlì, Località San Varano, Via Palazzina 3”*.

Per la stima del bilancio idrico del bacino e valutare la risposta alle modificazioni climatiche sono stati rivisti i vari coefficienti di dispersione dei cicli produttivi che utilizzano le acque del bacino impiegando i valori giornalieri piuttosto che quelli medi stagionali/annuali e quindi prodotto due modelli del bilancio apporti/perdite relativi allo stato attuale e quello di progetto.

Utilizzando i dati derivati da questi modelli e i dati pluviometrici disponibili tramite il servizio Eraclito di ArpaE relativi alla cella 01868, su cui insiste l'impianto, si è ricostruito il bilancio idrico giornaliero relativo al bacino.

Sono state prodotte due simulazioni, relative allo stato attuale e di progetto, senza soluzione di continuità in un intervallo temporale arbitrario che va dal 1° gennaio 2012 fino al 31 dicembre 2023 ritenendolo sufficientemente rappresentativo del trend climatico attuale.

#### **3.1 Acque meteoriche**

In base al progetto di trattamento delle acque meteoriche l'area è stata suddivisa in sette sottobacini (si veda l'allegata “planimetria sistema gestione acque”), individuati secondo la naturale conformazione altimetrica e alla rugosità del terreno al fine di uniformare per quanto possibile i tempi di corrivazione delle acque superficiali dell'area produttiva esistente (Tabella 3.1).

Ogni sottobacino individuato è dotato di un punto di raccolta, costituito da un pozzetto con caditoia, al quale sono recapitate per gravità le acque della relativa area sottesa. Dove possibile e non in contrasto con le necessità operative dell'attività è prevista la realizzazione di scoline perimetrali che aiutino a drenare e a convogliare le acque.

Le acque raccolte vengono convogliate, tramite una pompa ad immersione, verso un sistema di bacini che ne consentano lo stoccaggio ed il riutilizzo nel ciclo produttivo.

SOTTOBACINI		SUP. (Ha)	TIPO DI PAVIMENTAZIONE
A2	Parcheggi uffici	0,17	Stabilizzato e asfalto
A3	Centrale di betonaggio	0,31	Stabilizzato
A4	Lavorazioni	2,13	Stabilizzato
A5	Stoccaggio rifiuti da costruzione non pericolosi	1,61	Stabilizzato e cemento
A6	Stoccaggio inerti	0,61	Stabilizzato
A7	Stoccaggio inerti	0,68	Stabilizzato
Superficie totale		6,65	

Tabella 3.1 - Capacità dei singoli invasi e complessiva del bacino

Il dimensionamento idraulico del sistema tiene conto sia degli aspetti funzionali dell'impianto che di quelli normativi e legislativi, in particolare quanto prescritto dal DGR n° 286/2005 e dal DGR n° 1860/06 sulla gestione delle acque di dilavamento di aree esterne.

Il metodo di calcolo adottato dal progettista è quello cinematico:

$$Q = \psi \cdot i \cdot A / 0.36$$

dove:

Q portata di progetto (l/sec)

$\psi$  coefficiente di afflusso adimensionale = 0.3 per superfici finite a stabilizzato o ghiaia (vedi D.G.R- 1860/06)

i intensità di pioggia media di un evento di durata pari al tempo di corrivazione proprio del bacino di influenza (mm/h)

A area di influenza (ha)

Il progettista ha stimato che il tempo critico proprio dei bacini in esame non possa essere inferiore all'ora, facendo riferimento anche a quanto verificato in sito, e che le piogge di durata 1 h sono assai meno intense di quelle di durata 15 min. ha assunto il valore di i pari a 40 mm/h, per cui:

$$Q = 0,3 \times 40 / 0,36 = 33,3 \text{ l/sec. per ettaro di superficie (coefficiente udometrico)}$$

In base a questo coefficiente specifico dei bacini in esame il progettista ha effettuato la stima delle portate nelle sezioni di uscita (punti di raccolta e rilancio) impiegando il metodo speditivo come suggerito nel Piano Stralcio per il rischio Idrogeologico.

SOTTOBACINI		SUP. (Ha)	Q (l/sec)	Q (m³/h)
A1	Stoccaggio inerti	1,14	38,00	136,80
A2+A5	Stoccaggio rifiuti e parcheggio	1,78	59,27	213,37



SOTTOBACINI		SUP. (Ha)	Q (l/sec)	Q (m³/h)
A3	Centrale di betonaggio	0,31	10,32	37,15
A4	Lavorazioni	2,13	70,90	255,24
A6	Stoccaggio inerti	0,61	18,61	66,99
A7	Stoccaggio inerti	0,68	22,64	81,50
Totali		6,65	219,74	791,05

Tabella 3.2 - Portate nelle sezioni di uscita dei singoli bacini.

Poichè la natura dell'attività non consente di evitare il dilavamento dei cumuli dei materiali da costruzione è necessario provvedere al trattamento di tutte le acque raccolte, come suggerito dalla direttiva, senza distinguere quelle di prima pioggia dalle successive.

Il sistema di stoccaggio delle acque di riciclo è costituito da un sistema di tre sottobacini, ciascuno caratterizzato da funzioni specifiche e le rispettive capacità sono elencate in tabella 2:

1. **canale dissabbiatore a gravità.** La sua funzione è quella di abbattere i sedimenti in sospensione di maggior granulometria. La sedimentazione è innescata all'uscita delle condutture di convogliamento, in pressione, dalla perdita di velocità della corrente dell'acqua da trattare, le sabbie infatti si depositano per velocità del liquido inferiori a circa 0,3-0,4 m/s. Il fondo del canale è sagomato per raccogliere il materiale sedimentato e in maniera da facilitare le operazioni di asportazione manuale della sabbia;
2. **decantatore.** L'acqua passa per tracimazione, al fine di garantire un flusso laminare, dal dissabbiatore al bacino successivo che è quello con maggior capacità di immagazzinamento. Qui le acque, in assenza di rimescolamento, sostano per decantare, permettendo l'eliminazione della maggior parte dei solidi residui e riducendo ulteriormente il carico torbido dell'acqua;
3. **stoccaggio acqua trattata.** Questo bacino non è connesso direttamente con i precedenti e l'acqua viene immessa tramite pompa che ne forza il passaggio attraverso filtri disoleatori per rimuovere eventuali depositi di grassi, oli e idrocarburi e renderle idonee per i processi produttivi o all'eventuale scarico di superficie secondo quanto definito dalla legislazione vigente in tema di scarichi idrici.

Impianto		
	Portata degli impianti	$2 \times 6 \times 5 = 60 \text{ l/sec} = 216 \text{ m}^3/\text{h}$
1	Dissabbiatore	
	Portata totale in ingresso	216 m³/h
	Volume del dissabbiatore	200 m³
	Tempo di permanenza	$0.93 \text{ h} \approx 56 \text{ min} > 10 \text{ min}$

<b>2</b>	Vasca di laminazione	
	Capacità di invaso nominale	1.650 m <sup>3</sup>
	Capacità di invaso massima	<b>3.500 m<sup>3</sup></b>
	Disoleatore	
	Portata	10 l/sec
<b>3</b>	Vasca di stoccaggio	
	Capacità di invaso massima	<b>1.000 m<sup>3</sup></b>
<b>1+2+3</b>	<b>capacità complessiva</b>	<b>4.700 m<sup>3</sup></b>

*Tabella 3.3 - Capacità dei singoli invasi e complessiva del bacino*

### 3.2 Troppo pieno

Il progettista ha dimensionato l'impianto avendo in mente che la media dell'acqua raccolta (1.522.000 l) rappresenta circa il 30% della capacità massima del bacino (4.700.000 l), idem per il mese più piovoso (2.112.000 l) che non raggiunge il 50%. Si tratta di valori che sulla carta garantiscono un buon margine operativo nella gestione dei flussi idrici.

Nonostante questo non è possibile escludere in assoluto il verificarsi, in seguito ad un prolungato fermo dell'impianto e/o un periodo di precipitazioni eccezionalmente intense e durature, che il sistema di raccolta e stoccaggio delle acque raggiunga i suoi limiti di capacità.

In questa eventualità è previsto che l'acqua in eccesso (il cosiddetto "troppo pieno") possa essere scaricata nel corpo recettore superficiale adiacente (Fiume Montone), previo passaggio attraverso l'impianto di disoleazione.

Un apposito pozzetto consente di effettuare i prelievi di campioni per la verifica del rispetto dei limiti di legge.

### 3.3 Bilancio del sistema di stoccaggio delle acque

Al fine di valutare la dinamica del sistema di accumulo nella prospettiva dell'aumento delle capacità produttive dell'impianto e la sua risposta alle variazioni climatiche, si è cercato di produrre una simulazione del sistema di accumulo.

Tale simulazione, partendo dai dati ARPAE (ERACLITO cella 01868) delle precipitazioni, prende in considerazione l'intervallo 2012 - 2023 per ricostruire ex-post le variazioni degli apporti e delle dispersioni nelle due ipotesi di stato attuale e di progetto al fine di verificare, assunte condizioni meteo-climatiche reali, se il sistema di recupero è/sarebbe stato in grado di far fronte o meno alle problematiche poste dal cambiamento climatico in corso, almeno fino alla data odierna e quindi con dati reali piuttosto che impiegare ipotetiche previsioni meteo-climatiche, puntualmente smentite dall'evoluzione del sistema.

### 3.3.1 Acque di processo

L'acqua è utilizzata per il lavaggio degli inerti durante la lavorazione delle frazioni grossolane in quanto il trasporto in acqua consente di effettuare operazioni di classatura granulometrica estremamente accurate e prodotti finiti privi di residui indesiderati (es: polveri, limi, ecc...).

La frazione fine restante, generalmente limi e argille in sospensione liquida, viene pompata ad un chiarificatore dove, mediante flocculazione, si induce la sedimentazione veloce dei limi che si aggregano in particelle più grossolane (flocculi) che, in forma fangosa, sono poi raccolti ed inviati alla filtropressa.

I prodotti risultanti sono costituiti per la frazione fine da un pannello solido palabile con contenuto d'acqua interstiziale generalmente intorno al 22% e, per le granulometrie maggiori, da materiali granulari con un contenuto di acqua pellicolare intorno al 5% del peso. L'acqua drenata nel processo di filtropressatura viene reimpressa nel ciclo produttivo.

Considerato il contenuto d'acqua iniziale dei materiali, le perdite al termine dei processi sono limitate e consentono un significativo recupero di acqua che viene riutilizzata nel ciclo produttivo.

La lavorazione ad acqua non viene applicata per tutti i materiali destinati al recupero ma, principalmente, per quelli idonei a fornire materiali granulari di buona/elevata qualità privi di frazioni fini indesiderate.

La suddivisione per tipologia di materiale è riassunta in tabella 3.4.

	Metodologia di lavorazione	%	Stato attuale	Progetto
<b>A</b>	<b>Impianto fisso (trattamento ad acqua)</b>	<b>32,0</b>	48.160,0	89.600,0
<b>A.1</b>	<b>40/70 (% di A)</b>	2,7	1.314,8	2.446,1
<b>A.2</b>	<b>Stabilizzato (% di A)</b>	23,4	11.269,4	20.966,4
<b>A.3</b>	<b>Sabbie (% di A)</b>	52,7	25.394,8	47.246,1
<b>A.4</b>	<b>Silt (% di A)</b>	21,2	10.185,8	18.950,4
<b>B</b>	<b>Riduzione volumetrica a secco</b>	<b>25,0</b>	37.625,0	70.000,0
<b>C</b>	<b>Vagliatura a secco</b>	<b>43,0</b>	64.715,0	120.400,0
	<b>Totali:</b>	<b>100,0</b>	<b>150.500,0</b>	<b>280.000,0</b>

Tabella 3.4 - Ripartizione dei materiali destinati al riciclo per tipologia di lavorazione.

Come si può vedere mediamente il 32% dei materiali in ingresso è idoneo alla lavorazione in acqua, la parte restante viene per la maggior parte vagliata oppure sottoposta a riduzione volumetrica con frantoio mobile a secco.

### 3.3.2 Apporti e perdite

Gli apporti sono suddivisibili in naturali (le precipitazioni piovose) e artificiali (la dispersione dell'acqua utilizzata per l'abbattimento delle polveri).

#### 3.3.2.1 Apporti naturali

Gli apporti naturali raccolti all'interno del bacino attraverso la suddivisione in sottobacini e relativi collettori è stato già previsto in fase di dimensionamento di progetto assumendo un coefficiente di afflusso pari a 0,30 per cui le perdite per dispersione ed evaporazione sono pari al 70% delle acque superficiali in ingresso (precipitazioni piovose). Non sono presenti apporti dagli acquiferi sottostanti in quanto i terreni superficiali su cui insiste l'attività produttiva poggiano su di un acquitardo di 15 m di spessore.

#### 3.3.2.2 Perdite naturali

Per quanto riguarda le perdite per evaporazione del bacino, in mancanza di misure strumentali, queste possono essere stimate tramite uno dei vari metodi più o meno speditivi ad esempio Thorntwaite-Holzman, Meyer, Leather, ecc... fra questi quello di Visentini. La formula utilizzata è la seguente:

$$E_a = 75 \cdot T_a \text{ (per specchi d'acqua posizionati in quota tra i 0 e i 200 m s.l.m.)}$$

Dove:

$E_a$  = evaporazione media annua (mm/anno);

$T_a$  = Temperatura media annua.

Utilizzando la temperatura media annuale del 2023, pari a  $\approx 14^\circ\text{C}$ , abbiamo:

$$E_a = 75 \times 14 = 1.050 \text{ mm/anno}$$

Valore che corrisponde ad una perdita media giornaliera di circa 2,9 mm.

Considerata una superficie complessiva del bacino pari a circa 2.400 m<sup>2</sup> l'evaporazione media giornaliera ammonta a 6,89 m<sup>3</sup>.

#### 3.3.2.3 Apporti artificiali

Gli apporti artificiali sono costituiti dall'acqua dispersa per l'abbattimento delle polveri generate dal traffico veicolare, la movimentazione dei materiali, lo stoccaggio e l'erosione dei cumuli.

Il valore totale è quello riepilogato in tabella 2.7 del § 2.4 ed è pari a 13.492 m<sup>3</sup>/anno, circa 54 m<sup>3</sup> per giornata lavorativa e circa 9 m<sup>3</sup> per ettaro .

L'applicazione del coefficiente di afflusso individuato dal progettista (0,3) dà una potenzialità di recupero di queste acque pari a circa 16 m<sup>3</sup>/giorno ma lascia ampi margini di dubbio in quanto la dispersione di acqua, in questo caso, è affetta da fattori ambientali fortemente penalizzanti quali le erogazioni di breve durata, le alte temperature e la presenza del vento. Fattori favorevoli sono invece la dispersione concentrata in aree circoscritte e anche dotate di un fondo impermeabile quali la viabilità di accesso, ma si tratta di porzioni di superficie limitate.

### 3.3.2.4 Perdite di processo

Fra le dispersioni vanno elencate quelle derivanti dall'impiego dell'acqua raccolta nel bacino nell'attività produttiva. Questa è suddivisibile nelle seguenti perdite:

- Acqua pellicolare aderente alla superficie dei materiali granulari. Questa deriva dal lavaggio dei materiali che, una volta sgocciolati e/o separati con idrociclone conservano circa un 5% in peso di acqua che aderisce alle superfici dei granuli;
- Acqua sequestrata in fase di filtropressatura. Il processo di filtropressatura prevede il trasporto in forma di fango fluido delle frazioni fini dei materiali lavorati e separati con idrociclone. Il prodotto finito è costituito da un pannello solido contenente il 22% circa di acqua interstiziale;
- Acqua impiegata nel processo di produzione del calcestruzzo. La produzione di calcestruzzo comporta l'impiego di acqua determinata dalla quantità di cemento presente nella miscela. Il valore ottimale è dato dal rapporto acqua/cemento  $\approx 0,42$  corrispondente alla quantità di acqua necessaria ad idratare completamente il cemento presente nella miscela. Di solito viene fatto uso di specifici additivi fluidificanti al fine di ridurre ulteriormente la quantità di acqua impiegata per mantenere la lavorabilità e migliorare le caratteristiche meccaniche. L'impianto ha un limite massimo di produzione di calcestruzzo pari a 31.500 m<sup>3</sup>/anno ai sensi del comma 4 delle NTA del RUE del Comune di Forlì.

I valori relativi a queste perdite sono elencati nei corrispondenti schemi di processo relativi allo stato attuale (Fig. 3.1) e quelli di progetto (Fig. 3.2).

Nel conto delle perdite, infine, viene conteggiata anche l'acqua scaricata nel corpo recettore superficiale adiacente (Fiume Montone) nel caso di troppo pieno, previo passaggio attraverso l'impianto di disoleazione.

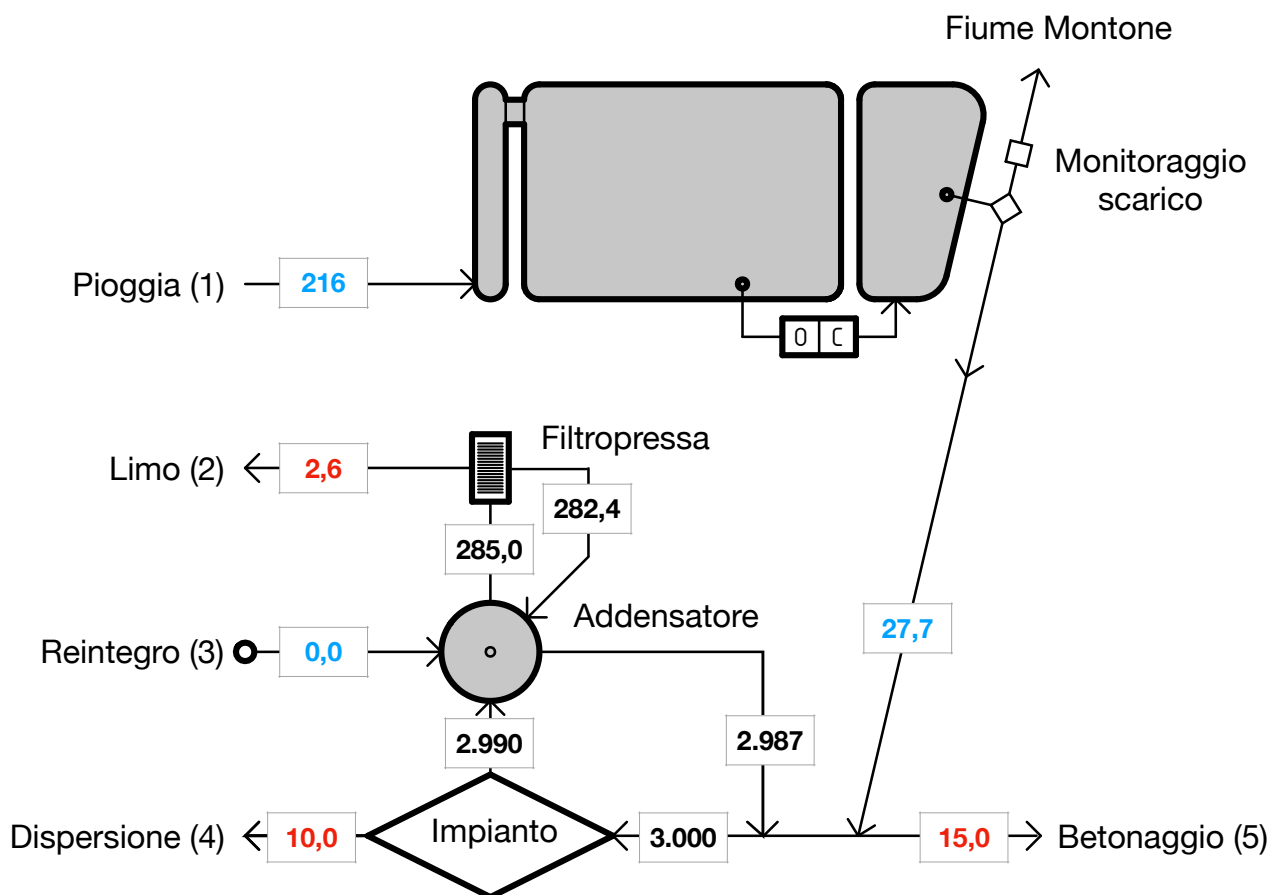
### 3.3.3 Verifica della risposta del sistema alle variazioni climatiche

Al fine della verifica della risposta del sistema di recupero e stoccaggio delle acque di processo, è stato ricostruito il bilancio idrico, a partire dai dati pluviometrici, anno per anno e giorno dopo giorno, computando gli apporti e le dispersioni descritti al § 3.3.2.

Come riferimento temporale e climatico si è utilizzato l'ultimo decennio, per la precisione l'intervallo 2012-2023, periodo in cui gli effetti del riscaldamento globale hanno manifestato tutta la loro intensità.

Questo ha consentito di ricostruire la variazione continua dello stato di riempimento/svuotamento del sistema di stoccaggio delle acque a partire dal 1° gennaio 2012 fino al 31 dicembre del 2023. La logica di calcolo è schematizzata in fig. 3.3 mentre l'organizzazione e le geometrie del sistema di bacini di raccolta e stoccaggio sono riprodotti in figura 3.4.

Non vi sono interruzioni nel passaggio da un'anno all'altro in quanto i dati sono stati trattati come una sequenza continua lunga 12 anni.



<b>Materiali ammessi al recupero (t)</b>	<b>150.508</b>
<b>Giorni lavorati</b>	<b>250</b>
<b>Frazione lavorata ad acqua (t)</b>	<b>50.169</b>
<b>Quantità lavorata giornalmente (t)</b>	<b>201</b>
<b>Q.tà di calcestruzzo autorizzata (m³)</b>	<b>31.500</b>
<b>Quantità lavorata giornalmente (m³)</b>	<b>126</b>

**Legenda:**

(1) apporto proveniente dalla raccolta delle acque di deflusso superficiale all'interno del bacino dell'impianto.

(2) perdita di acqua interstiziale incorporata nei pannelli di limo (ca. 22% del peso dei pannelli)

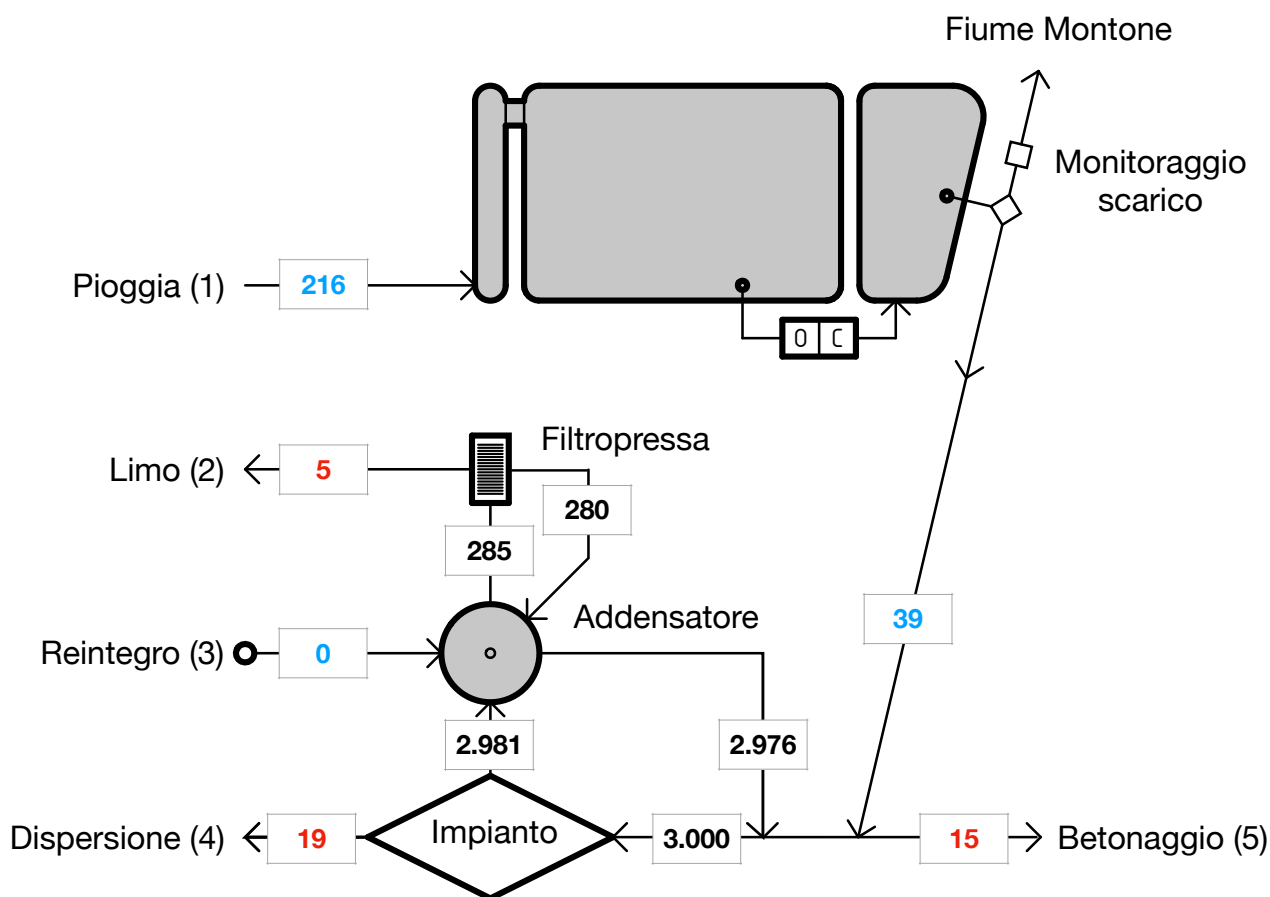
(3) reintegro dal pozzo

(4) perdita di acqua pellicolare (o di adesione - ca. il 5% del peso dei prodotti granulari lavorati)

(5) quantità di acqua impiegata nel processo di betonaggio in assenza di additivi fluidificanti

*N.B.: Tutti i valori sono espressi in m³ se non specificatamente dichiarati.*

Fig. 3.1 - Dimensionamento degli apporti e delle perdite nello stato attuale. La quantità indicate fanno riferimento ai soli materiali trattati nel processo ad acqua e a 126 m³ medi al giorno di calcestruzzo (5).



<b>Materiali ammessi al recupero (t)</b>	<b>280.000</b>
<b>Giorni lavorati</b>	<b>250</b>
<b>Frazione lavorata ad acqua (t)</b>	<b>93.333</b>
<b>Quantità lavorata giornalmente (t)</b>	<b>373</b>
<b>Q.tà di calcestruzzo autorizzata (m³)</b>	<b>31.500</b>
<b>Quantità lavorata giornalmente (m³)</b>	<b>126</b>

**Legenda:**

(1) apporto proveniente dalla raccolta delle acque di deflusso superficiale all'interno del bacino dell'impianto.

(2) perdita di acqua interstiziale incorporata nei pannelli di limo (ca. 22% del peso dei pannelli)

(3) reintegro dal pozzo

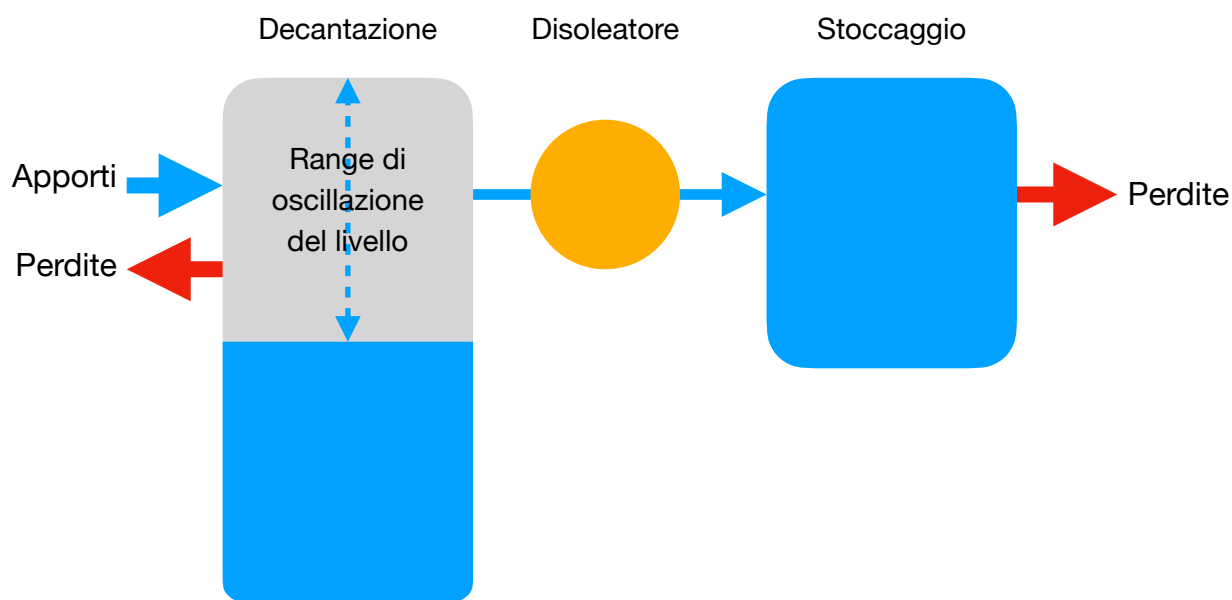
(4) perdita di acqua pellicolare (o di adesione - ca. il 5% del peso dei prodotti granulari lavorati)

(5) quantità di acqua impiegata nel processo di betonaggio in assenza di additivi fluidificanti

*N.B.: Tutti i valori sono espressi in m³ se non specificatamente dichiarati.*

Fig. 3.2 - Dimensionamento degli apporti e delle perdite nelle condizioni di progetto. La quantità indicate fanno riferimento ai soli materiali trattati nel processo ad acqua e a 126 m³ medi al giorno di calcestruzzo (5).

In figura 3.5 sono riprodotte tutte le curve pluviometriche impiegate e le curve relative alle dispersioni di processo sia per lo stato attuale che di progetto mentre, in figura 3.6 viene rappresentato il volume di acqua raccolto complessivamente dal sistema degli invasi e quelli dispersi dai processi (stato attuale e progetto).



*Figura 3.3 - Schema a blocchi della modalità di simulazione ex-post del bilancio idrico del bacino. Individuati gli apporti e le perdite su base giornaliera, si è lasciato oscillare il livello del bacino di decantazione all'interno del range ammesso.*

Nella pratica si tratta di una verifica ex-post e i risultati sono sintetizzati nelle figure 3.7 (stato attuale) e 3.8 (progetto). I grafici mostrano le sequenze su base annuale per cui, l'ultimo giorno di ogni anno continua con il primo di quello successivo, ripartendo dall'inizio del grafico ovviamente evidenziato con un colore diverso.

Relativamente a queste figure va spiegato che si è assunto come “Piena capacità” il bacino di decantazione e quello di stoccaggio al loro massimo livello (condizione iniziale posta arbitrariamente il 1° di gennaio 2012), dopo di che, in base a come è configurato il sistema di gestione dei livelli e della pompa che trasferisce l'acqua attraverso il disoleatore, si è lasciato oscillare il livello del bacino di decantazione in funzione delle perdite e degli apporti, conservando il livello massimo in quello di stoccaggio che continuava a venire alimentato dal disoleatore (figura 3.3).

Una volta esaurito il primo metro di acqua, al fine di salvaguardare le faune ittiche e anfibe e l'integrità del fondale, viene automaticamente interrotto il trasferimento di acqua dal bacino di decantazione e rimane attivo solo il prelievo dal bacino di stoccaggio.

Dal confronto delle due figure si può trovare conferma che il progettista, nel 2007, aveva correttamente dimensionato il bacino per il doppio delle esigenze di progetto. In effetti il sistema di recupero delle acque, nelle verifiche, ha risposto in maniera adeguata sia come stato attuale che di progetto (+86%), anche in condizioni di stress climatico.



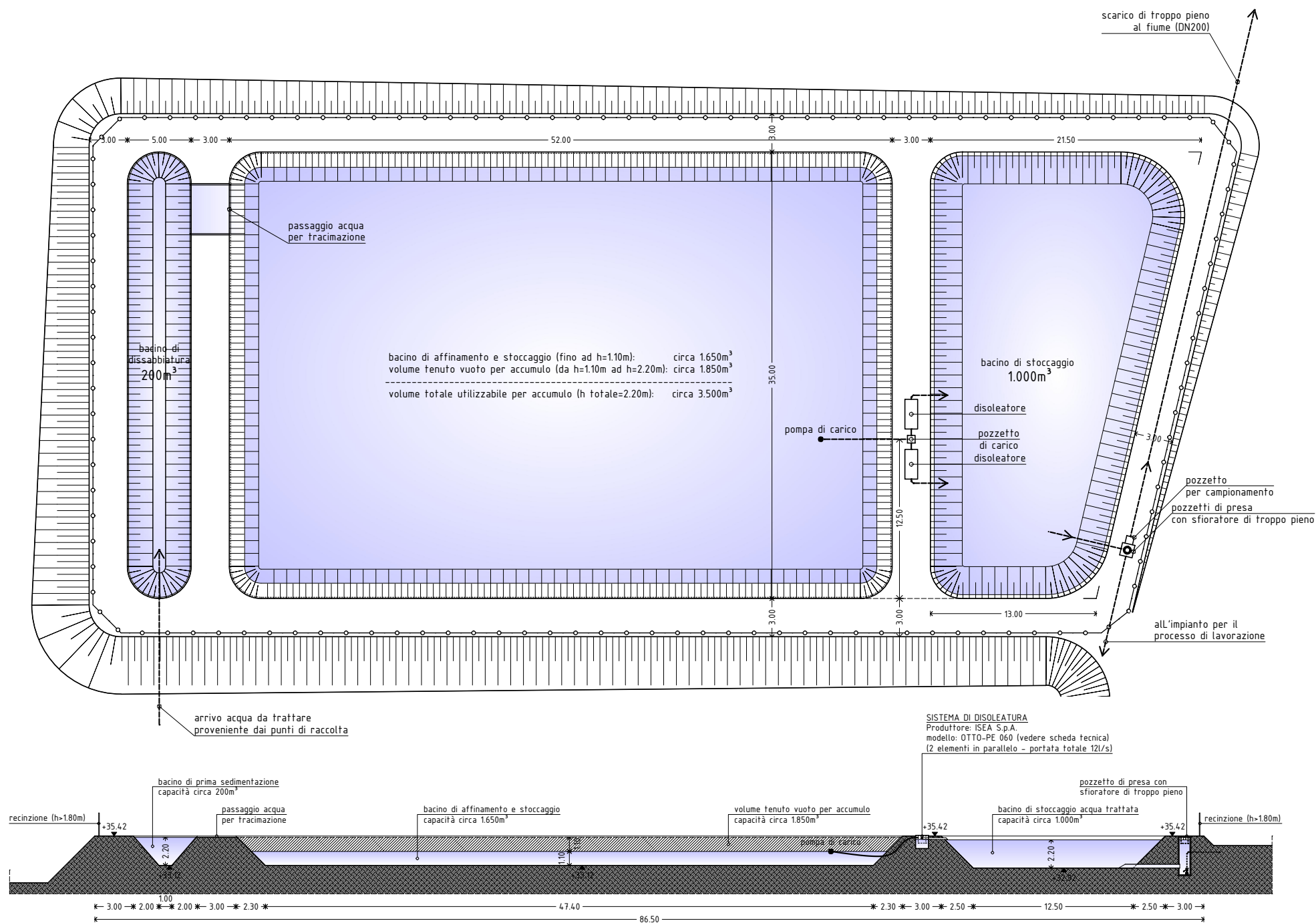
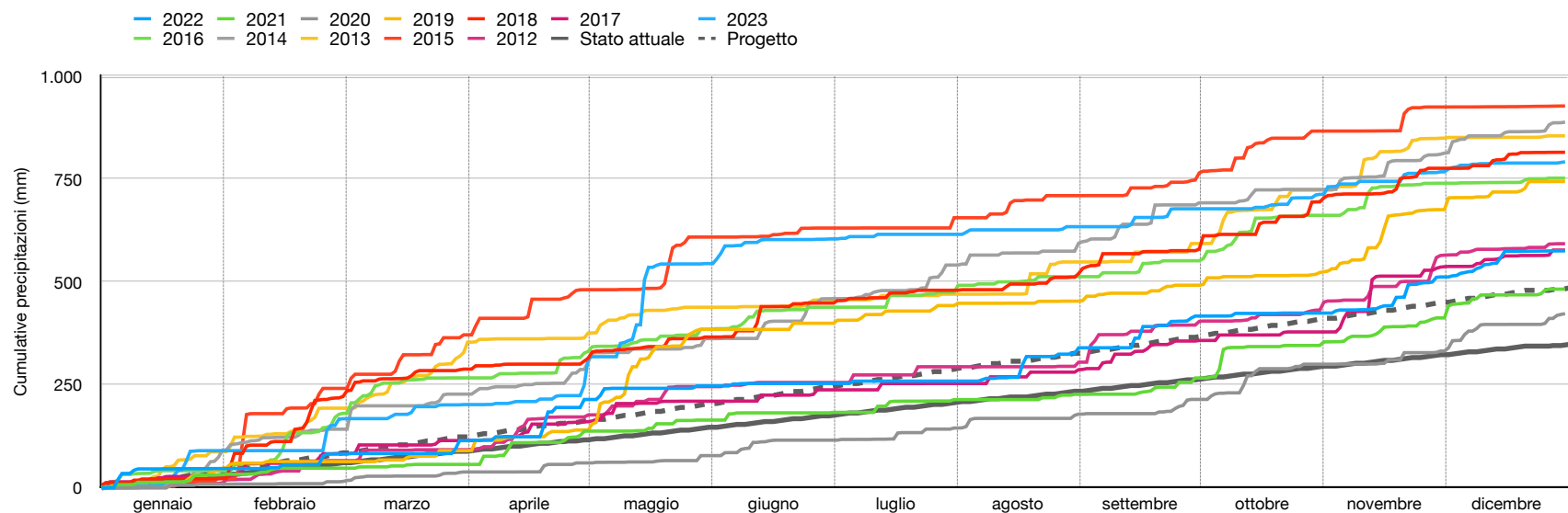
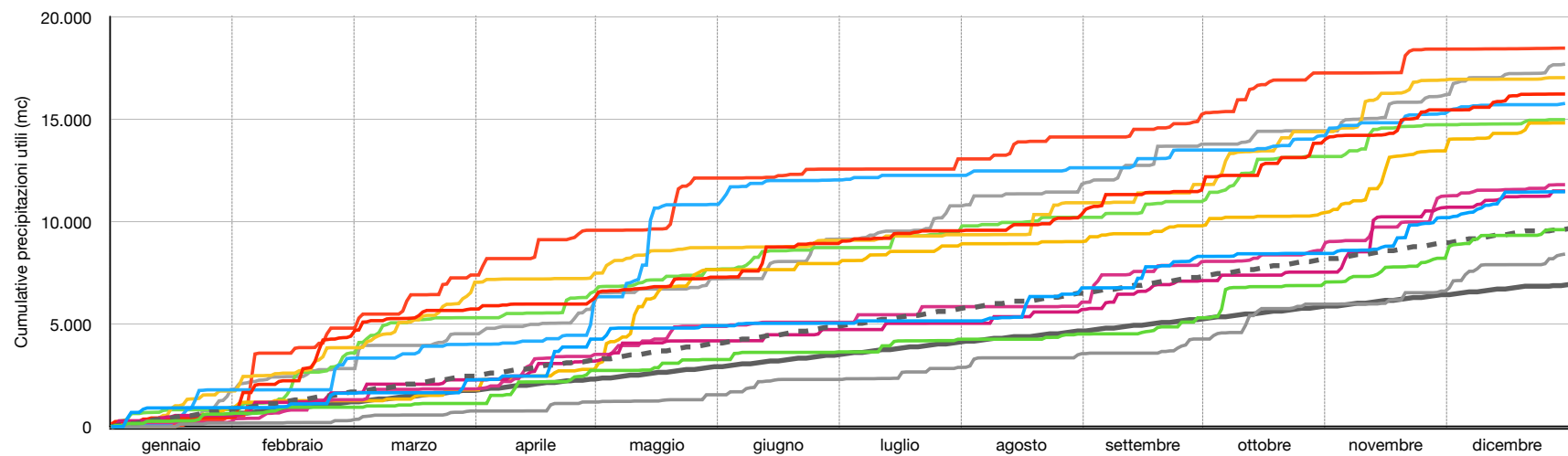


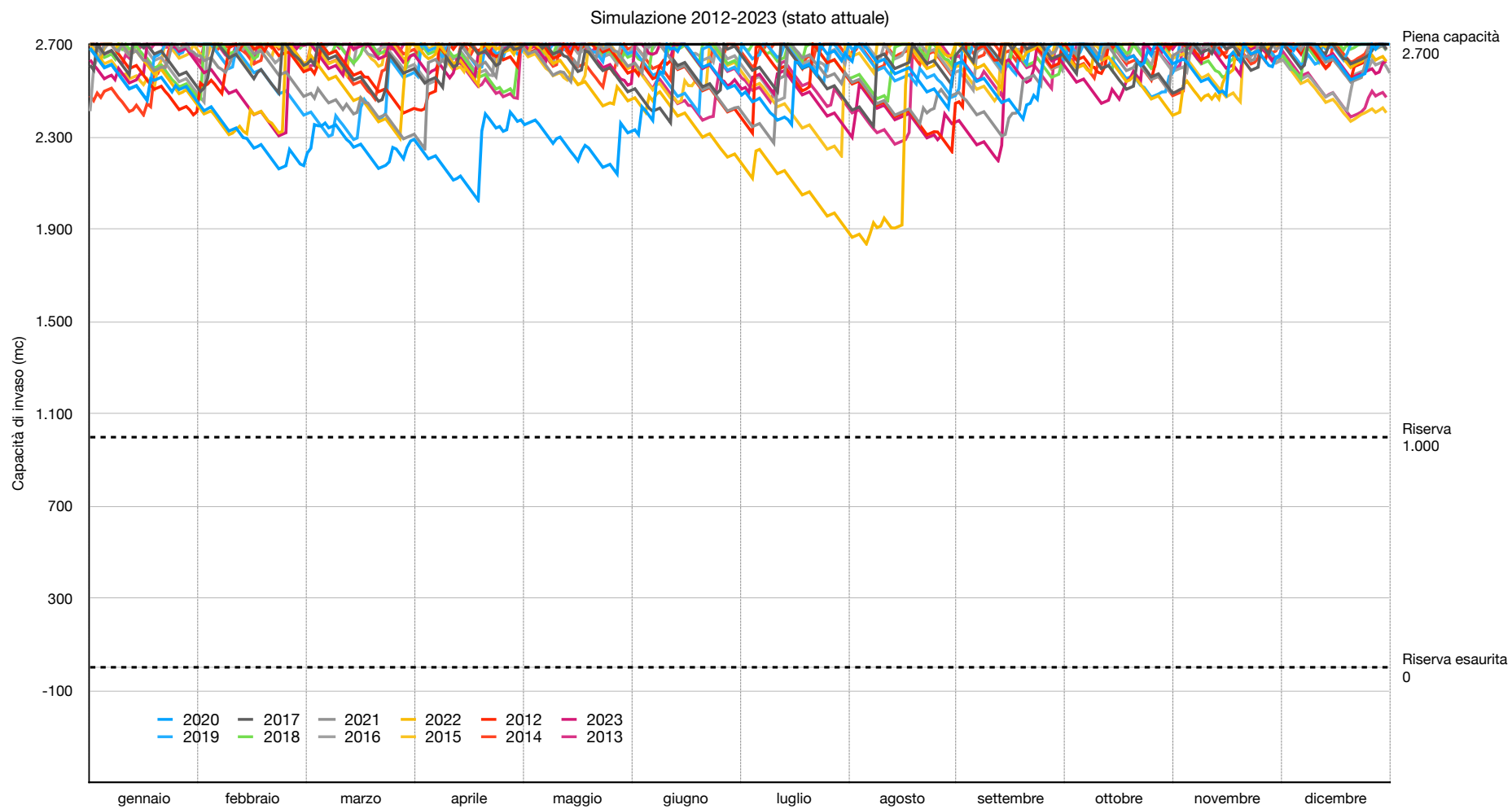
Figura 3.4 - Bacino di affinamento e stoccaggio delle acque meteoriche. Planimetria e sezione longitudinale con schema del sistema di gestione delle acque.



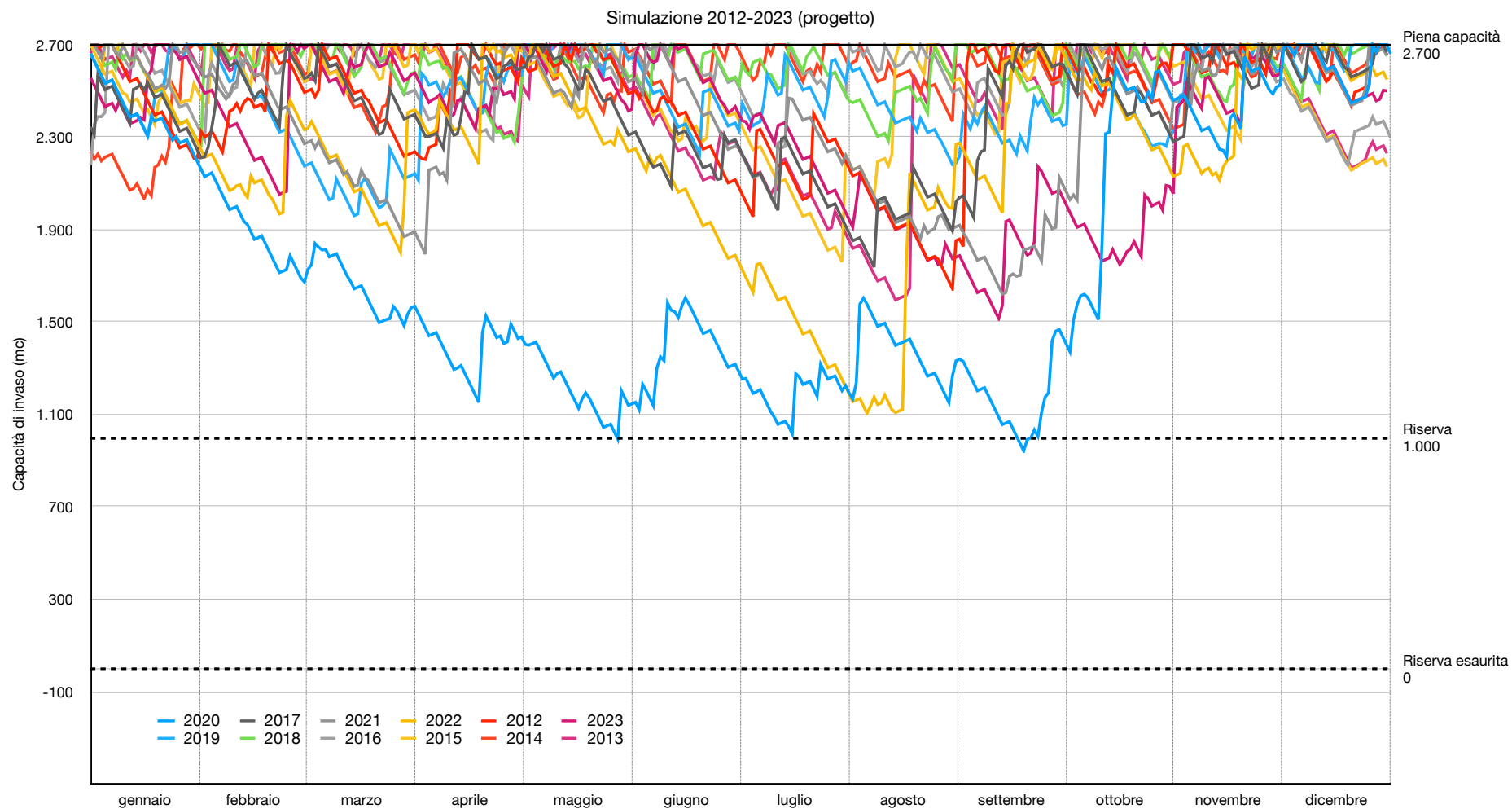
**Fig. 3.5 - Curve cumulative (mm) delle precipitazioni relative al periodo 2012 - 2023**



**Fig. 3.6 - Curve cumulative (m³) della frazione raccolta nell'impianto nel periodo 2012 - 2023**



**Fig. 3.7 - Verifica della risposta del sistema di recupero delle acque nello stato attuale**



**Fig. 3.8 - Verifica della risposta del sistema di recupero delle acque come da progetto**

In particolare, nel prolungato periodo siccitoso 2020-2021, anche nelle condizioni di progetto, il sistema ha comunque mantenuto un 35-40% di capacità di immagazzinamento residua.

#### 4. Conclusioni

Nel caso dell'utilizzo di acqua per l'abbattimento delle polveri si sono riscontrate due problematiche principali: l'assenza di misure precise sui consumi di acqua e la difficoltà da parte degli operatori nel determinare le condizioni climatiche per gestire in maniera mirata la bagnatura.

Fino ad ora l'impianto è stato pensato e gestito per stoccaggi con turnover degli end of waste relativamente lunghi (anche 6 o 7 mesi) mentre, nell'ipotesi di progetto si prevede un turnover sull'ordine dei 2 mesi. La parte di stoccaggio dei rifiuti da recuperare ovviamente segue di conseguenza in maniera quasi speculare.

Visti i numeri la soluzione sembrerebbe ovvia ma l'esperienza ci dice che in entrambe le condizioni i piazzali di stoccaggio risultano comunque affollati dai cumuli di rifiuti ed end of waste ed è qui che l'organizzazione degli spazi si scontra con l'operatività di cantiere dove l'apporto o il prelievo di materiale da un cumulo diventa potenziale sorgente di polveri per cui ne è richiesta la bagnatura.

Ovviamente non è possibile ipotizzare bagnature mirate perché richiederebbero una rete di condutture talmente fitta che interferirebbero sistematicamente con la mobilità delle macchine da cantiere salvo finire regolarmente danneggiate e interrotte e porre questioni di sicurezza.

La soluzione non è ovvia e probabilmente occorrerà individuare criteri che consentano di realizzare una tecnica di bagnatura, possibilmente automatizzata, distribuita a macchia di leopardo, ma controllata da misure areali e dai dati dello stato degli stoccaggi.

Motivo per cui le informazioni disponibili allo stato attuale non consentono di definire con una ragionevole approssimazione le effettive differenze, messe che ci siano, nei consumi di acqua per l'abbattimento delle polveri nell'ipotesi di progetto.

Per quanto riguarda invece il sistema di raccolta e riciclo delle acque di processo si è verificato tramite una simulazione ex-post come lo stato attuale e quello di progetto possano contare su di una sufficiente capacità di stoccaggio, anche nell'ottica dei cambiamenti climatici in corso.

Si ricorda infine che il prelievo di acque da pozzo è basato sulla concessione rilasciata a Garavini Luigi (FC03A0030) per cui vige l'obbligo di voltura e, considerate le quantità di acqua stimate per l'abbattimento delle polveri, andrà rivista anche la quantità massima concessionata che al momento è pari a 740 m<sup>3</sup>/anno.