

COLACEM S.P.A.

Sede legale: via della Vittorina, 60 – 06024 Gubbio

COMUNE DI GUBBIO (PG)

LOC. SAN MARCO

**CONCESSIONE MINERARIA PER MARNA DA CEMENTO
DENOMINATA "SAN MARCO"**

**EFFICIENTAMENTO DEL SISTEMA DI DECANTAZIONE
DELLE ACQUE METEORICHE ALL'INTERNO DELLA MINIERA SAN MARCO**
RELAZIONE TECNICA



Reg. n. 5061-A
Norma



AGT INGEGNERIA S.R.L., VIA DELLA PALLOTTA, 10/A - 06126 PERUGIA
TEL. 075/34029 - FAX 075/36378 - e-mail: a.badolato@agtingegneria.it
www.agtingegneria.it, C.F. e P. IVA 0271 926 0545

Ing. Antonella BADOLATO



Perugia, 13 luglio 2026

Sommario

1	Introduzione.....	3
2	Premessa	3
3	Interventi immediati eseguiti al fine del rispetto dei valori limite.....	5
4	Modalità di gestione delle vasche di decantazione	8
5	Interventi in progetto per l'adeguamento tecnico e l'efficientamento del sistema	9
6	Studio idrologico e idraulico dell'area.....	12
6.1	Caratteristiche del bacino idrografico.....	12
6.2	Afflussi meteorici.....	15
6.3	Schematizzazione del sistema di vasche volto alla decantazione del materiale solido trasportato in sospensione dalle correnti di piena	17
6.4	Capacità di invaso delle vasche.....	18
7	Conclusioni	23

1 Introduzione

Il progetto di efficientamento del sistema di decantazione delle acque meteoriche all'interno della miniera San Marco nasce dall'esigenza di eliminare gli episodi di non conformità dei valori di scarico – relativamente al parametro solidi sospesi totali – verificatisi, in alcune occasioni, a seguito di eventi meteorici di portata significativa.

Il sistema di decantazione è stato sottoposto a valutazione e riesame, da parte della Colacem S.p.A. attraverso i seguenti approfondimenti tecnici:

- **Relazione Idrologico e idraulica** finalizzata alla verifica dimensionale delle vasche di sedimentazione delle acque meteoriche – agosto 2021
- **Relazione tecnica sugli interventi effettuati** al fine del rispetto dei valori limite per eliminazione irregolarità scarico non conforme – 26 marzo 2026, redatta a seguito della richiesta della Regione Umbria - DIREZIONE REGIONALE GOVERNO DEL TERRITORIO, AMBIENTE, PROTEZIONE CIVILE, RIQUALIFICAZIONE URBANA, COORDINAMENTO PNRR - Servizio Transizione ecologica, qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici con la Determinazione Dirigenziale n. 1854 del 26/02/2026, avente ad oggetto: *D.Lgs. 152/2006, art. 130 comma 1, lett. a). Diffida per eliminazione irregolarità scarico non conforme nei confronti della ditta Colacem S.p.A.*, al punto 1 lettera b), di cui si riporta un estratto:
 - b) Inviare entro il termine di 30 (trenta) giorni dal ricevimento del presente atto alla Regione Umbria – Servizio Transizione ecologica, qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici e all'ARPA Umbria, Dipartimento Territoriale Umbria Nord, Distretto Gubbio-Città di Castello-Bastia, referto analitico dello scarico con la ricerca dei parametri di cui al rapporto di prova citato in premessa e relazione tecnica sugli interventi effettuati al fine del rispetto dei valori limite;

2 Premessa

Si riassumono di seguito i principali passaggi che hanno portato la Colacem S.p.A. alla definizione degli interventi oggetto della presente relazione tecnica.

Con nota prot. n. 2840 del 12/02/2026, recepita in data 12/02/2026 al prot. n. 42407, l'ARPA Umbria, Dipartimento Territoriale Umbria Nord, Distretto Gubbio-Città di Castello-Bastia, ha comunicato alla Regione Umbria - DIREZIONE REGIONALE GOVERNO DEL TERRITORIO, AMBIENTE, PROTEZIONE CIVILE, RIQUALIFICAZIONE URBANA, COORDINAMENTO PNRR - Servizio Transizione ecologica, qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici che:

- in data 30/01/2026 i tecnici di Arpa Umbria, in servizio presso il Distretto Gubbio-Città di

Castello-Bastia, a seguito di indagine ambientale, si sono recati presso la Miniera "San Marco" di proprietà della "Colacem S.p.A." e, alla presenza dell'Ing. Biancarelli appositamente incaricato dalla ditta, hanno eseguito il campionamento ufficiale dello scarico in atto di acque meteoriche dilavanti dall'area di miniera;

- il relativo rapporto di prova (n. 26LA00745 del 04/02/2026) ha evidenziato un superamento del valore limite di emissione previsto dalla Tabella 3 allegato 5 alla parte Terza (scarico in acque superficiali) di cui al D.Lgs. 152/2006 per il parametro "Solidi Sospesi Totali", con valore riscontrato di 387 mg/l a fronte di un valore limite di emissione pari a 80 mg/l;

Con la medesima nota, ARPA Umbria - nel trasmettere il verbale di accertamento e contestazione per infrazione a norme sottoposte a sanzione amministrativa prot. n. 2804 del 11/02/2026 elevato dalla stessa ARPA Umbria e notificato alla ditta "Colacem S.p.A." in data 11/02/2026 - ha proposto di diffidare, ai sensi dell'art. 130 comma 1 lett. a) del D. Lgs 152/2006, la ditta "Colacem S.p.A." con sede legale in Gubbio (PG), via della Vittorina n. 60, al fine di eliminare immediatamente le irregolarità e ad inviare all'ARPA Umbria, Dipartimento Territoriale Umbria Nord, Distretto Gubbio-Città di Castello-Bastia e alla Regione Umbria, entro i termini indicati, referto analitico dello scarico con la ricerca dei parametri di cui al rapporto di prova allegato e relazione tecnica sugli interventi effettuati al fine del rispetto dei valori limite.

Successivamente, in data **25/02/2026** è stato condotto un sopralluogo congiunto presso la miniera San Marco alla presenza dei referenti e dei tecnici Colacem, dei tecnici della Regione Umbria, dei tecnici di ARPA Umbria, dei tecnici della Polizia Mineraria, in occasione del quale sono stati visionati: vasche di decantazione, punto di scarico e fronti minerari attualmente in coltivazione.

Con **pec del 02/03/2026** la Regione Umbria - *DIREZIONE REGIONALE GOVERNO DEL TERRITORIO, AMBIENTE, PROTEZIONE CIVILE, RIQUALIFICAZIONE URBANA, COORDINAMENTO PNRR - Servizio Transizione ecologica, qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici* ha inviato a Colacem S.p.A. la **Determinazione Dirigenziale n. 1854 del 26/02/2026**, avente ad oggetto: *D.Lgs. 152/2006, art. 130 comma 1, lett. a). Diffida per eliminazione irregolarità scarico non conforme nei confronti della ditta Colacem S.p.A.*

A seguito di tale comunicazione, la Colacem S.p.A. ha messo in atto misure immediate volte a ricondurre entro il limite i parametri allo scarico ed ha programmato interventi successivi finalizzati a evitare il ripetersi dei fenomeni rilevati (come meglio descritti nella **Relazione tecnica sugli interventi effettuati del 26/03/2026**).

Successivamente al deposito di tale ultimo documento, con Comunicazione del 28/04/2026 la Regione Umbria ha dichiarato concluso il procedimento di cui alla D.D. n. 1854 del 26/02/2026,

specificando che *“gli interventi di ripristino messi in atto da codesta Ditta, al momento risolutivi di quanto richiesto nel provvedimento di diffida, saranno integrati da progetto esecutivo di interventi di realizzazione e modifica di alcune vasche (...)”*.

In ottemperanza a tale ulteriore adempimento, la Colacem ha predisposto il presente progetto di efficientamento del sistema di decantazione, basato principalmente sull'incremento della capacità delle vasche e sul sistematico svuotamento delle stesse da limi e acque decantate.

Si riporta di seguito la descrizione degli interventi già effettuati e di quelli in progetto presso la miniera San Marco di Colacem S.p.A.

3 Interventi immediati eseguiti al fine del rispetto dei valori limite

Nel momento in cui è stato rilevato il superamento dei limiti di cui al D.Lgs. 152/2006 per il parametro “Solidi Sospesi Totali” allo scarico in acque superficiali (Fosso San Marco), come anche nel corso del sopralluogo congiunto del 25/02/2026, le vasche di decantazione, in particolare quelle più grandi situate in prossimità dello scarico, si presentavano ricolme del sedimento ivi giunto per effetto del trasporto solido ad opera delle acque meteoriche. Tale circostanza ha generato l'immissione di limi e solidi sospesi nel Fosso San Marco oltre i limiti consentiti.

Al fine di eliminare tempestivamente la problematica riscontrata da ARPA Umbria e ricondurre entro i limiti i parametri allo scarico, Colacem ha provveduto ad un immediato svuotamento delle vasche di laminazione, mediante escavatore: il materiale così rimosso, caricato su autocarro, è stato portato in aree dedicate interne alla miniera. Si riporta di seguito la documentazione fotografica delle operazioni così eseguite.



Foto 1: Svuotamento delle vasche



Foto 2: Svuotamento delle vasche e carico su autocarro



Foto 3: Svuotamento delle vasche



Foto 4: Svuotamento delle vasche



Foto 5: Svuotamento delle vasche



Foto 6: bacino libero da sedimenti

4 Modalità di gestione delle vasche di decantazione

In condizione di vasche completamente vuote (di acqua e di solidi da sedimentazione), gli eventi meteorici con tempi di ritorno e durata come descritti nei paragrafi precedenti, non provocano sversamenti dalle vasche stesse e quindi non introducono solidi sospesi nel Fosso San Marco, che ne costituisce il recapito finale.

Poiché le vasche sono tutte impermeabili (anche per la natura stessa del sedimento, che tende a saturare ogni interstizio e ad azzerare la permeabilità naturale del fondo dei laghetti) e l'acqua passa dall'una all'altra tramite piccoli canali di collegamento tra l'una e l'altra a stramazzo.

Allo stato attuale non esiste un sistema di svuotamento delle acque contenute all'interno delle vasche diverso dalla naturale evaporazione (che si verifica prevalentemente nella stagione estiva).

Per quanto riguarda il sedimento, l'attuale modalità di svuotamento consiste nel prelievo dei solidi sedimentati tramite escavatore, carico su camion e reimpiego di detto materiale nelle operazioni di recupero ambientale dei fronti minerari. Tale procedura può essere eseguita solo nel periodo in cui il materiale prelevato dalle vasche, sufficientemente sedimentato, acquisisce una consistenza "palabile" o comunque tale da poter essere prelevato in una forma che ne consenta il trasporto (un'eccessiva presenza d'acqua sarebbe difficoltosa da gestire sia in fase di escavazione/caricamento, sia in fase di trasporto con autocarro o bilico); tali condizioni si verificano principalmente nel periodo estivo, nel quale l'evaporazione dell'acqua e i lunghi periodi siccitosi favoriscono la disidratazione del materiale rimosso dalle vasche. Le sopra indicate condizioni si possono talvolta determinare anche in altre stagioni, in periodi caratterizzati da assenza prolungata di precipitazioni meteoriche e bassi valori di umidità relativa dell'aria. Ne deriva che in generale, salvo che negli intervalli temporali sopra menzionati, negli altri periodi dell'anno le vasche continuano progressivamente ad accumulare sedimenti e a ridurre la capacità di accumulo.

Da tali considerazioni e dagli episodi verificatisi a seguito dei recenti eventi meteorici, deriva la necessità di individuare un sistema di misure e azioni che consenta di:

- Ridurre i solidi sospesi in arrivo alle vasche
- Aumentare la capacità di accumulo delle vasche stesse
- Favorire lo svuotamento dei sedimenti dai laghetti
- Svuotare dell'acqua le vasche e reimmetterla nel recapito finale, con una concentrazione di solidi sospesi inferiore al limite consentito.

5 Interventi in progetto per l'adeguamento tecnico e l'efficientamento del sistema

Al fine di garantire l'operatività in efficienza del sistema di vasche a valle del bacino scolante ed evitare l'immissione di acque con un tenore di solidi sospesi superiore al limite di legge nel Fosso San Marco, la Colacem S.p.A. metterà in atto una serie di misure, di seguito descritte:

- 1) ridimensionamento geometrico delle vasche esistenti in termini planimetrici e altimetrici; le vasche più grandi saranno divise in due porzioni in modo da realizzare una pista di accesso per favorire gli interventi di manutenzione e svuotamento con i mezzi meccanici presenti in miniera
- 2) realizzazione di nuove vasche da inserire in serie nel sistema di sedimentazione e decantazione (V0, V8 e V9); le nuove vasche, oltre a incrementare il volume totale del sistema, sono funzionali ad estendere e regimare dal punto di vista idraulico la zona a monte delle vasche esistenti, caratterizzata da significative differenze di quota, mediante realizzazione di salti di fondo
- 3) realizzazione di un sistema di by pass in V8 finalizzato a gestire le condizioni di magra e a permettere gli interventi di manutenzione nella vasca V9 (configurata in sottovasche collegate da stramazzi con salti di fondo).

Il sistema di sedimentazione/decantazione di progetto è rappresentato in Figura A1; la capacità di invaso del sistema così ampliato passa dagli attuali **6.350 mc** (fig. A2) a **11.470 mc** circa.

ID	Quota ciglio	H	Quota fondo	Area	Volume	Tratto
V0	590,0	4,0	586,0	610,0	2440,0	V0-V1
V1	562,0	4,0	558,0	140,0	560,0	V1-V8
V8	559,0	4,0	555,0	80,0	320,0	V8-V9.1
V9.1	557,0	2,0	555,0	150,0	300,0	V9.1-V9.2
V9.2	554,0	2,0	552,0	150,0	300,0	V9.2-V9.3
V9.3	551,0	2,0	549,0	200,0	400,0	V9.3-V9.4
V9.4	548,0	2,0	546,0	220,0	440,0	V9.4-V2
V2	547,5	4,0	543,5	108,0	432,0	V2-V3
V3	547,4	4,0	543,4	90,0	360,0	V3-V4
V4	547,3	4,0	543,3	190,0	760,0	V4-V5
V5	546,0	4,0	542,0	57,0	228,0	V5-V6.1
V6.1	545,9	4,0	541,9	250,0	1000,0	V6.1-V6.2
V6.2	545,8	4,0	541,8	366,0	1464,0	V6.2-V7.1
V7.1	545,7	4,0	541,7	256,0	1024,0	V7.1-V7.2
V7.2	545,6	4,0	541,6	360,0	1440,0	V7.2-RECAPITO
					11468,0	

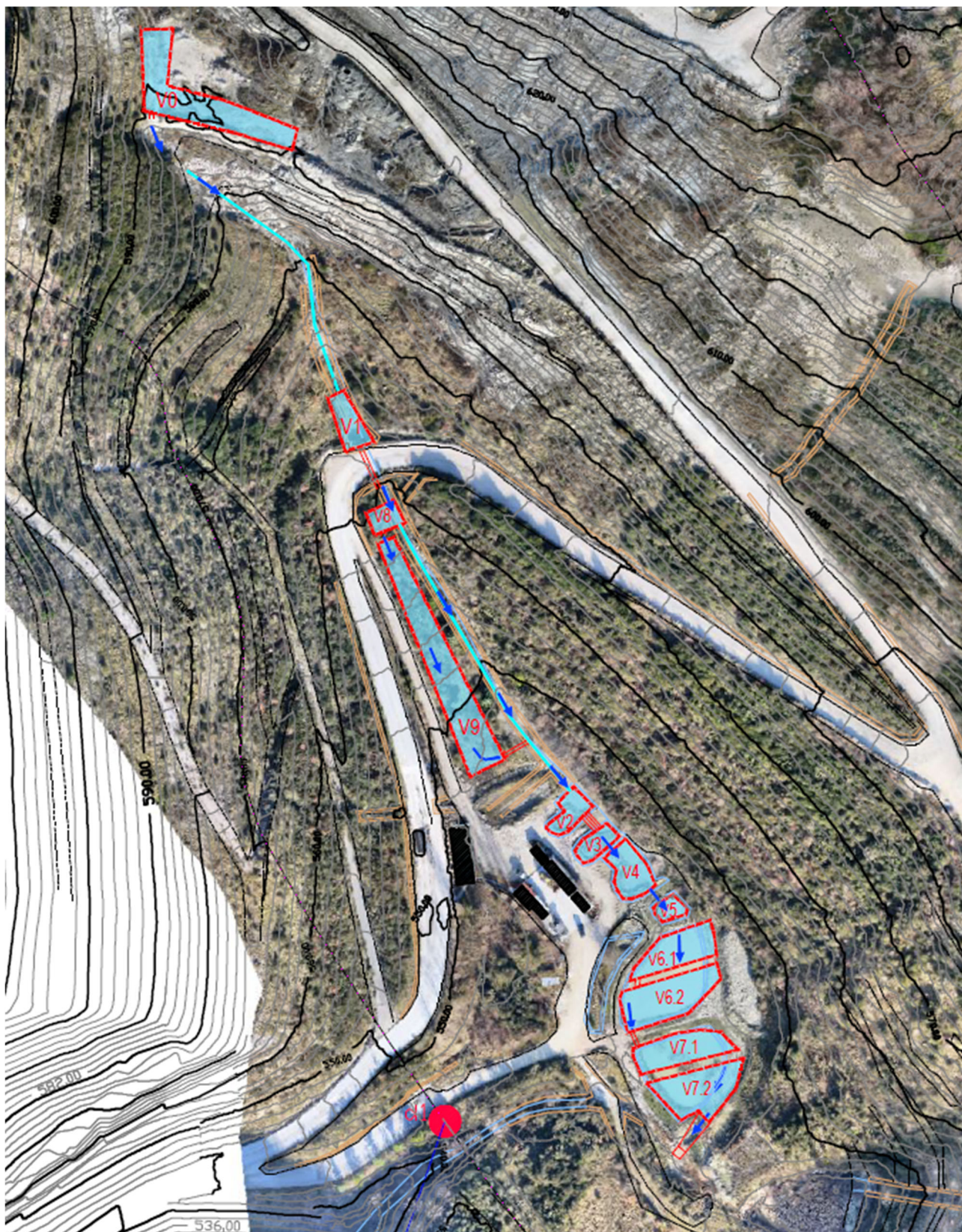


Figura A1: rappresentazione planimetrica delle vasche nella configurazione di progetto

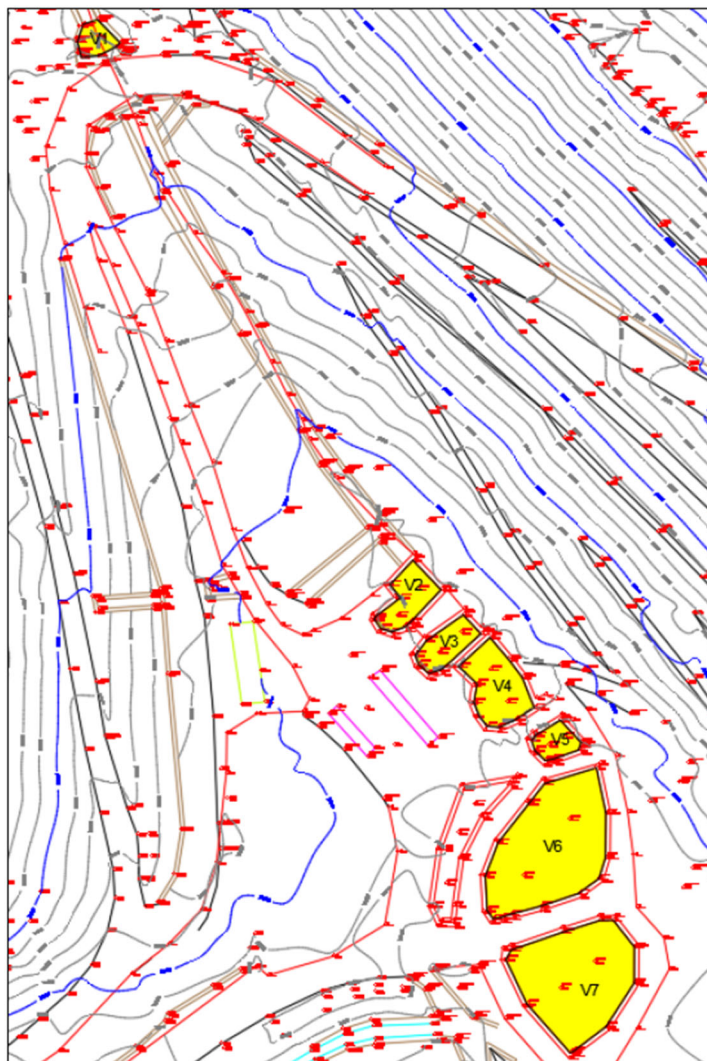


Figura A2: Vasche di decantazione nella configurazione attuale.

Oltre a tali interventi, volti ad aumentare la capacità del sistema di vasche, saranno messe in atto le seguenti ulteriori misure, a garanzia dell'efficientamento del sistema:

- 1) periodico svuotamento delle vasche con trasporto del materiale all'interno del cantiere minerario per il completo riutilizzo nelle varie fasi di recupero ambientale;
- 2) verifica e miglioramento del sistema di regimazione delle acque, costituito da canalette, impluvi, discenderie da monte verso valle, al fine di creare una più agevole manutenzione e pulizia degli stessi, limitando il trasporto solido a valle;
- 3) Implementazione di un sistema di prelievo delle acque meteoriche dalle vasche (es. mediante pompe galleggianti), una volta decantati i solidi sospesi, con successivo trattamento e immissione nel corso d'acqua;
- 4) progressivo riambientamento e rivegetazione dei fronti di scavo aperti, per ridurre la superficie oggetto di dilavamento.

6 Studio idrologico e idraulico dell'area

Al fine di eseguire una valutazione attendibile della prestazione del sistema di vasche, è stato redatto un aggiornamento della **Relazione Idrologica e Idraulica**, datato luglio 2026, a firma della scrivente e degli ingg. Alessandro Berni e Mauro Cacciamani, a partire dagli ultimi dati pluviometrici disponibili ("Analisi regionale delle precipitazioni intense in Umbria", edito da Morlacchi Editori U.P. a cura di autori C. Saltalippi, R. Morbidelli, A. Flammini, T. Moramarco, Stefania Camici, M. Stelluti e A. Viterbo (2020)) per la verifica dimensionale delle vasche di sedimentazione nella configurazione di progetto. Le considerazioni che seguono sono estratte dalla **Relazione Idrologica e Idraulica** di luglio 2026.

Le acque meteoriche provenienti dai versanti dell'area estrattiva confluiscono ad una serie di 15 vasche, disposte in sequenza, all'interno delle quali avviene la sedimentazione ed il drenaggio delle acque stesse. Tali vasche, opportunamente dimensionate, hanno la funzione di laminare le acque provenienti dai versanti, prima del loro convogliamento nel vicino Fosso San Marco e di contenere il trasporto solido attraverso la sedimentazione/decantazione.

A partire dalle caratteristiche del bacino idrografico, dalla definizione degli afflussi meteorici, dalla stima delle portate di progetto e dalla geometria delle vasche, è stata eseguita una verifica dimensionale del sistema di vasche, finalizzata a valutarne l'idoneità ai fini delle suddette funzioni di laminazione e sedimentazione.

6.1 Caratteristiche del bacino idrografico

Il bacino idrografico sotteso dalle vasche di sedimentazione dell'area estrattiva presenta una superficie complessiva di circa **0.6 Km² (60 Ha)**.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente le mappe del bacino in esame relative alla perimetrazione del bacino su foto aerea, al modello digitale del terreno (DTM), alle pendenze e al parametro concentrato di assorbimento, elaborate con strumenti GIS.



Figura 1: perimetrazione del bacino idrografico su foto aerea.

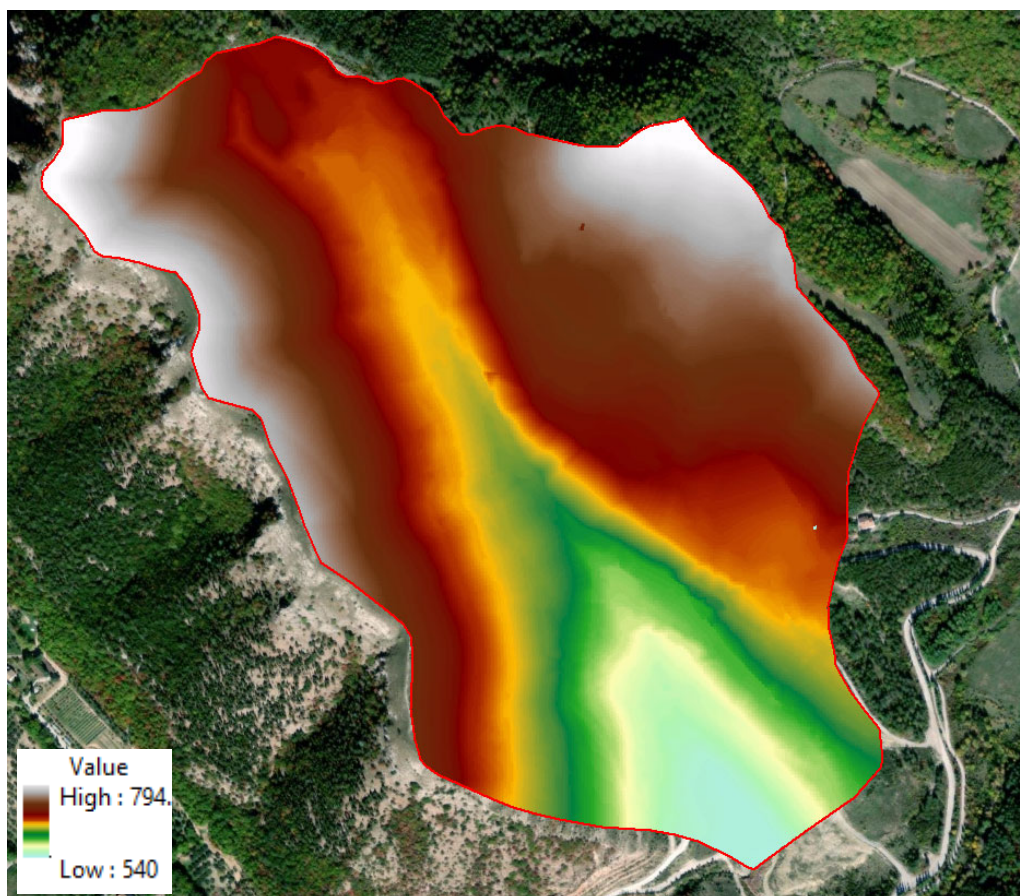


Figura 2: DTM bacino.

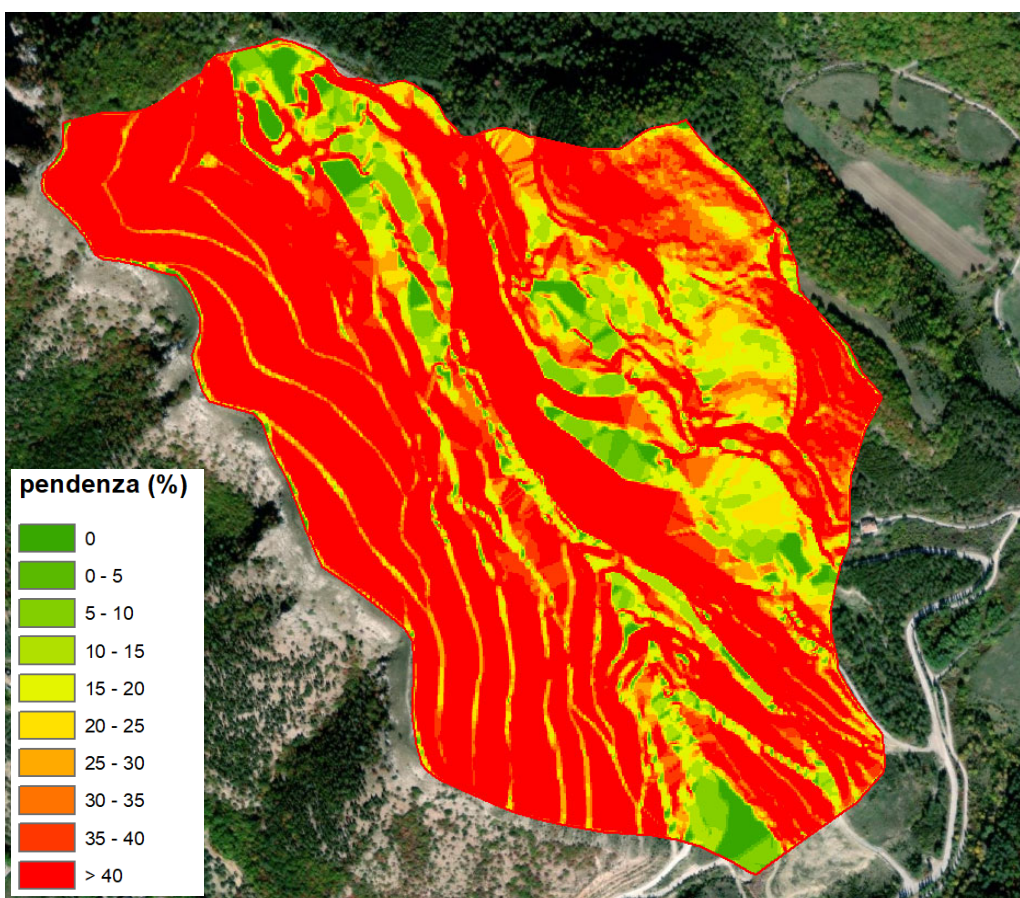
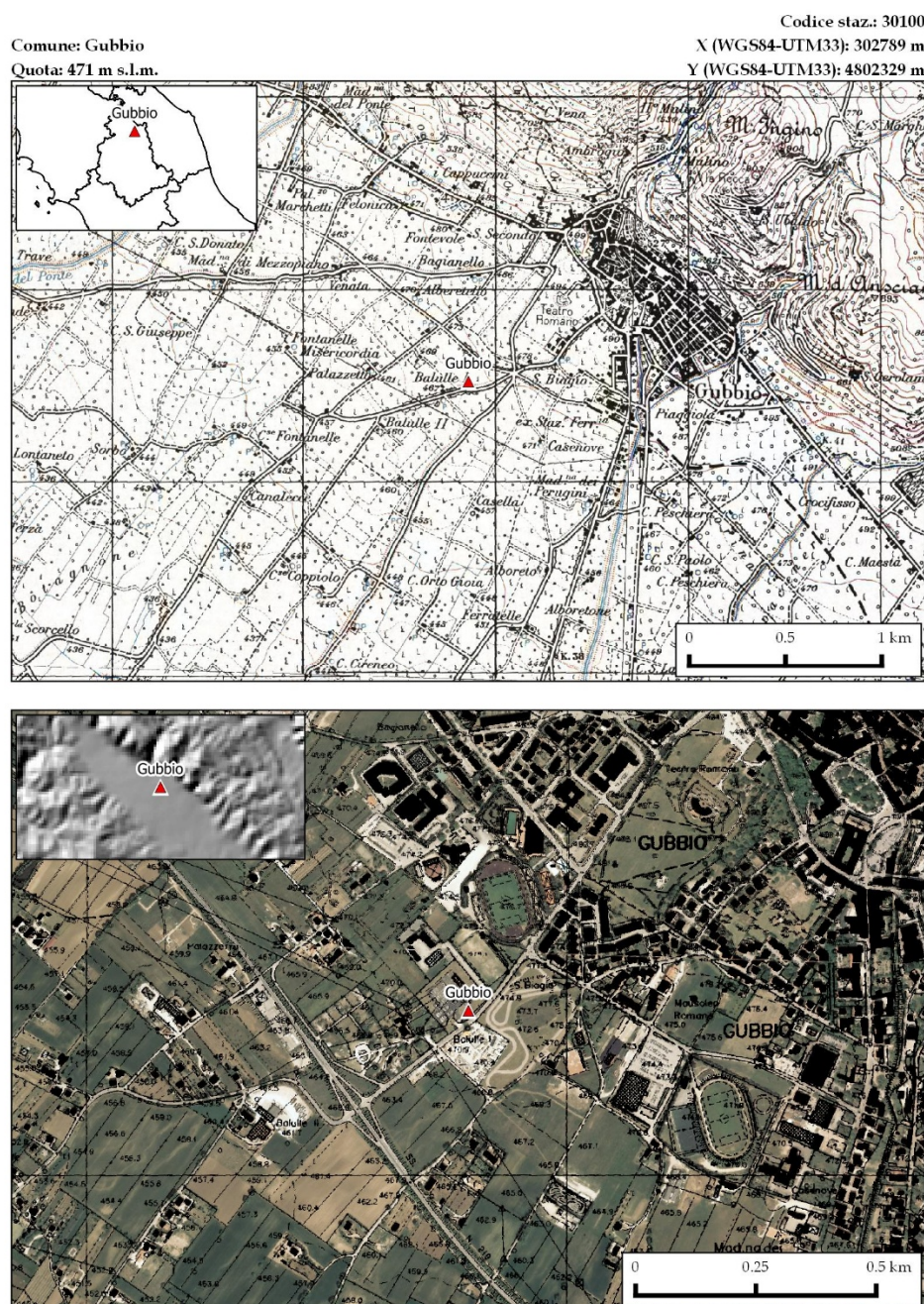


Figura 3: pendenze bacino.

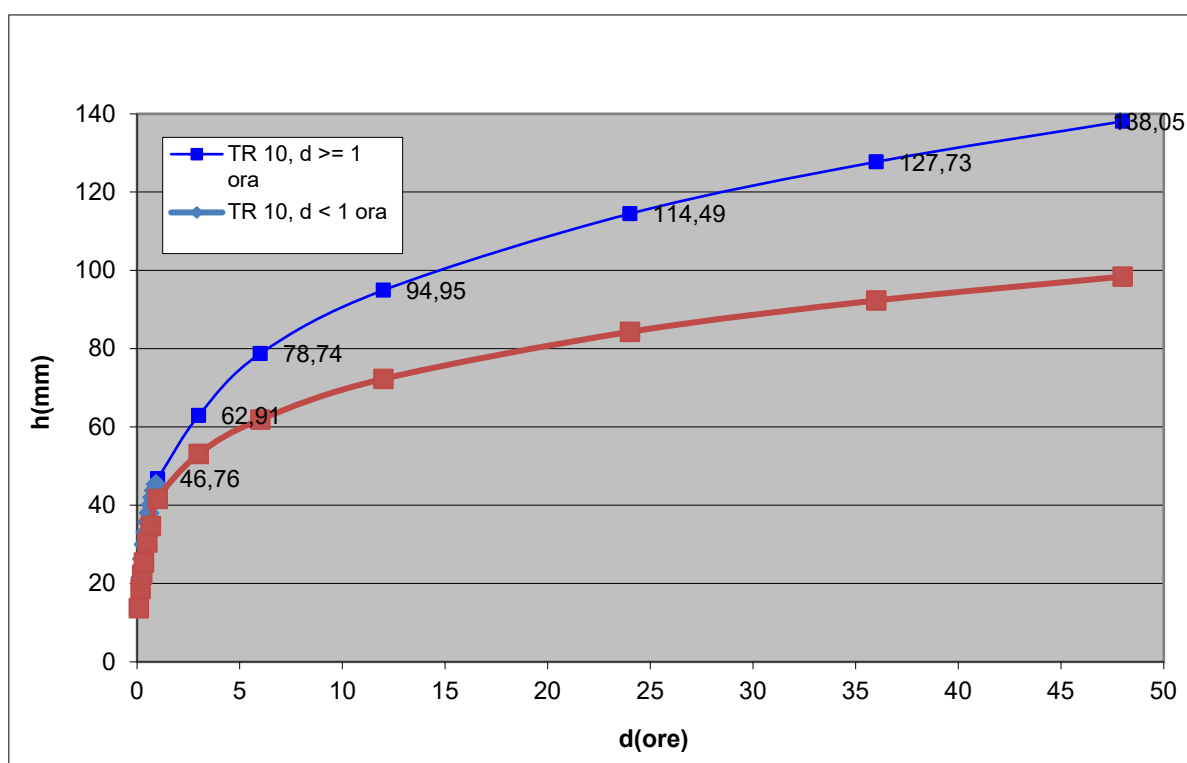
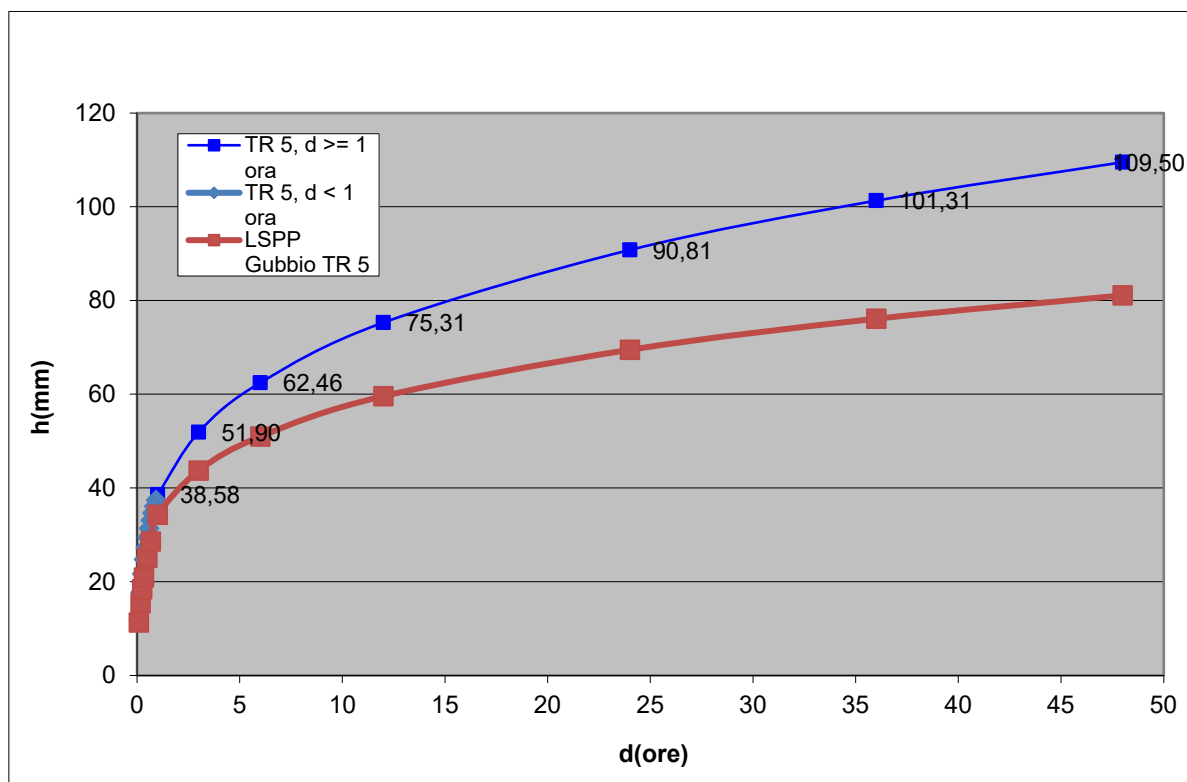
6.2 Afflussi meteorici

La stima dei valori di altezza di pioggia di progetto è determinata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate dalla pubblicazione ***"Analisi delle precipitazioni intense in Umbria"*** (Morbidelli, Saltalippi, Cifrodelli, Flammini, Corradini, Brocca e Stelluti, Morlacchi Editore, 2016). La stazione pluviometrica considerata è quella di Gubbio che dista circa 4 km dal sito in oggetto.



Le altezze di pioggia sono state poi riesaminate sulla base della pubblicazione ***"Analisi regionale delle precipitazioni intense in Umbria"***, edito da Morlacchi Editori U.P. a cura di autori C. Saltalippi, R. Morbidelli, A. Flammini, T. Moramarco, Stefania Camici, M. Stelluti e A. Viterbo (2020).

È stato eseguito il confronto tra gli spessori di pioggia ricavati dalle LSPP derivanti dall'analisi delle precipitazioni intense relativi alle registrazioni pluviometriche con quelli ricavati con il metodo della regionalizzazione che di cui si riporta la rappresentazione grafica per tempi di ritorno d'interesse progettuale.



Come desumibile dal confronto sopra riportato, gli spessori di pioggia ricavati dalla regionalizzazione risultano superiori, quindi cautelativi, rispetto a quelli forniti dalla singola stazione pluviometrica. Trascurando la vicinanza della stazione pluviometrica di riferimento, a vantaggio di sicurezza, le analisi sono state effettuate considerando le precipitazioni derivanti da regionalizzazione.

6.3 Schematizzazione del sistema di vasche volto alla decantazione del materiale solido trasportato in sospensione dalle correnti di piena

Sulla base dei dati forniti, tra cui i rilievi topografici messi a disposizione della committenza, nel modello numerico sono state schematizzate le n°15 vasche nella configurazione di progetto (Figura 3 4) come elementi “reservoir aventi ciascuno un elemento di uscita definito mediante “spillways” (sfioratori di superficie a larga soglia) ad eccezione dell’uscita dalla vasca 8 definita con elemento “culvert”. In Tabella 3 1 se ne riportano le principali caratteristiche.

Tabella 3 1: principali caratteristiche delle n°15 vasche

Invaso					Collegamento in uscita							
ID	Quota ciglio	H	Quota fondo	Area	Volume	Tratto	Regolazione dall'invaso di monte	Tipologia	Quota scorrimento 1	Lunghezza	Quota scorrimento 2	Pendenza media
V0	590.0	4.0	586.0	610.0	2440.0	V0-V1	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	589.0	115.0	562.0	0.23
V1	562.0	4.0	558.0	140.0	560.0	V1-V8	S. sfiorante largh. 3 m	Canale rettangolare in c.c.a.	561.0	20.0	560.0	0.05
V8	559.0	4.0	555.0	80.0	320.0	V8-V9.1	S. sfiorante largh. 3 m	Scat. 2.0 m x1.0 m	557.5	3.0	557.3	0.07
V9.1	557.0	2.0	555.0	150.0	300.0	V9.1-V9.2	S. sfiorante largh. 3 m	Stramazzo a luce rettangolare	556.0	0.0	556.0	-
V9.2	554.0	2.0	552.0	150.0	300.0	V9.2-V9.3	S. sfiorante largh. 3 m	Stramazzo a luce rettangolare	553.0	0.0	553.0	-
V9.3	551.0	2.0	549.0	200.0	400.0	V9.3-V9.4	S. sfiorante largh. 3 m	Stramazzo a luce rettangolare	550.0	0.0	550.0	-
V9.4	548.0	2.0	546.0	220.0	440.0	V9.4-V2	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	547.0	30.0	546.5	0.02
V2	547.5	4.0	543.5	108.0	432.0	V2-V3	S. sfiorante largh. 4 m	Canale trapezio in terra	546.5	5.0	546.4	0.02
V3	547.4	4.0	543.4	90.0	360.0	V3-V4	S. sfiorante largh. 4 m	Canale trapezio in terra	546.4	5.0	546.3	0.02
V4	547.3	4.0	543.3	190.0	760.0	V4-V5	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	546.3	5.0	546.2	0.02
V5	546.0	4.0	542.0	57.0	228.0	V5-V6.1	S. sfiorante largh. 5 m	Canale trapezio in terra	545.0	5.0	544.9	0.02
V6.1	545.9	4.0	541.9	250.0	1000.0	V6.1-V6.2	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	544.9	5.0	544.8	0.02
V6.2	545.8	4.0	541.8	366.0	1464.0	V6.2-V7.1	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	544.8	5.0	544.7	0.02
V7.1	545.7	4.0	541.7	256.0	1024.0	V7.1-V7.2	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	544.7	5.0	544.6	0.02
V7.2	545.6	4.0	541.6	360.0	1440.0	V7.2-RECAPITO	S. sfiorante largh. 3 m	Canale trapezio in terra	544.6	15.0	544.5	0.01
					11468.0	VOLUME TOTALE						

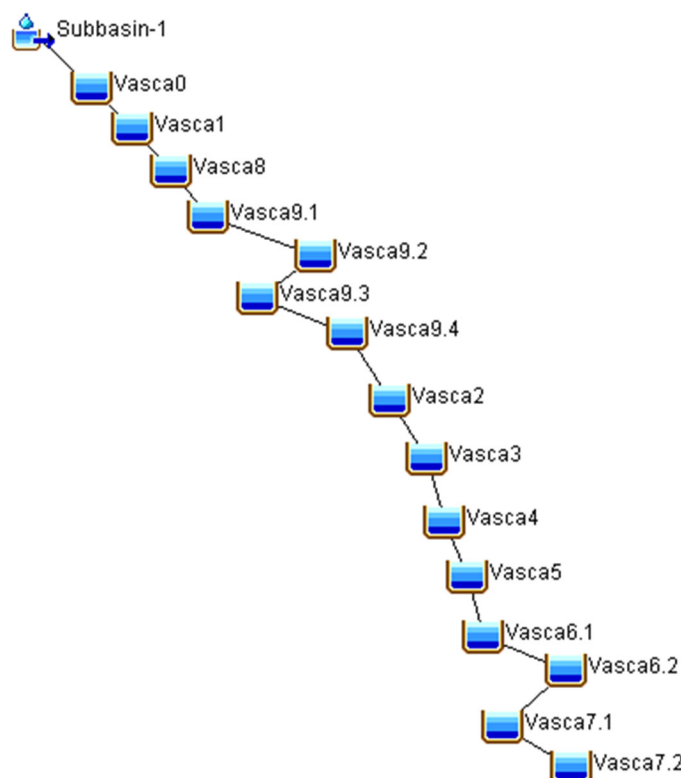


Figura 4: Modello idrologico implementato mediante il software HEC-HMS

Gli elementi “spillway” sono stati schematizzati come stramazzi in parete grossa con coefficiente di efflusso pari a 0.385. I canali di collegamento tra le vasche presentano una larghezza media pari a 3 m e altezza pari a 1 m. Quale condizione al contorno iniziale, tutte le vasche sono state assunte vuote all’inizio dell’evento pluviometrico.

6.4 Capacità di invaso delle vasche

I risultati ottenuti con le simulazioni numeriche sopra descritte sono riassunti in dettaglio nelle tabelle seguenti.

In particolare, ricordando che, sulla base dei dati forniti dalla committenza, le vasche nella configurazione di progetto consentiranno uno stoccaggio temporaneo di complessivi 11480 mc circa di volumi idrici generati dal bacino idrografico sotteso, le analisi idrologico-idrauliche svolte, sulla base dei più cautelativi dati di pioggia ricavati dallo studio di regionalizzazione del 2020, dimostrano che il sistema accumulo sarà in grado di invasare completamente, senza generare efflussi, tutti gli eventi con TR = 5 anni analizzati (durate comprese tra 15 minuti e 1.5 ore).

Tabella 4 1: risultati di calcolo eventi TR = 5 anni, d = 15' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR05_d0.25h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino
End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR05_0.25h
Compute Time: 07lug2026, 18:35:59 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	1.692	01gen2021, 00:21	1.384
Vasca0	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca8	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.3	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.4	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca3	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca4	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca5	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 2: risultati di calcolo eventi TR = 5 anni, d = 30' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR05_d0.5h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino
End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR05_0.5h
Compute Time: 07lug2026, 18:35:59 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	3.083	01gen2021, 00:34	3.350
Vasca0	0.597	2.176	01gen2021, 00:39	1.524
Vasca1	0.597	1.969	01gen2021, 00:42	1.115
Vasca8	0.597	1.699	01gen2021, 00:44	0.924
Vasca9.1	0.597	1.380	01gen2021, 00:46	0.780
Vasca9.2	0.597	1.062	01gen2021, 00:48	0.641
Vasca9.3	0.597	0.641	01gen2021, 00:53	0.445
Vasca9.4	0.597	0.261	01gen2021, 01:01	0.225
Vasca2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca3	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca4	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca5	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 3: risultati di calcolo eventi TR = 5 anni, d = 45' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR05_d0.75h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino
End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR05_0.75h
Compute Time: 07lug2026, 18:36:00 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	3.386	01gen2021, 00:48	4.988
Vasca0	0.597	3.300	01gen2021, 00:50	3.163
Vasca1	0.597	3.296	01gen2021, 00:50	2.757
Vasca8	0.597	3.284	01gen2021, 00:51	2.563
Vasca9.1	0.597	3.246	01gen2021, 00:52	2.423
Vasca9.2	0.597	3.192	01gen2021, 00:53	2.294
Vasca9.3	0.597	2.990	01gen2021, 00:54	2.097
Vasca9.4	0.597	2.686	01gen2021, 00:56	1.877
Vasca2	0.597	2.505	01gen2021, 00:58	1.575
Vasca3	0.597	2.154	01gen2021, 01:00	1.321
Vasca4	0.597	1.100	01gen2021, 01:07	0.759
Vasca5	0.597	0.949	01gen2021, 01:09	0.611
Vasca6.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 4: risultati di calcolo eventi TR = 5 anni, d = 1 h – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR05_d1h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino

End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR05_1h

Compute Time: 07lug2026, 18:36:00 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	3.311	01gen2021, 01:02	6.342
Vasca0	0.597	3.278	01gen2021, 01:03	4.515
Vasca1	0.597	3.279	01gen2021, 01:04	4.098
Vasca8	0.597	3.278	01gen2021, 01:04	3.895
Vasca9.1	0.597	3.272	01gen2021, 01:04	3.767
Vasca9.2	0.597	3.272	01gen2021, 01:05	3.616
Vasca9.3	0.597	3.267	01gen2021, 01:05	3.424
Vasca9.4	0.597	3.263	01gen2021, 01:06	3.212
Vasca2	0.597	3.332	01gen2021, 01:06	2.889
Vasca3	0.597	3.261	01gen2021, 01:07	2.599
Vasca4	0.597	2.710	01gen2021, 01:12	2.045
Vasca5	0.597	2.701	01gen2021, 01:12	1.847
Vasca6.1	0.597	1.412	01gen2021, 01:20	1.099
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 04:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 5: risultati di calcolo eventi TR = 5 anni, d = 1.5 h – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR05_d1.5h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino

End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR05_1.5h

Compute Time: 07lug2026, 18:36:00 Control Specifications: Control 1

Show Elements:

All Elements

Volume Units:

☐ MM

☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	2.816	01gen2021, 01:31	8.007
Vasca0	0.597	2.798	01gen2021, 01:33	6.179
Vasca1	0.597	2.798	01gen2021, 01:33	5.768
Vasca8	0.597	2.797	01gen2021, 01:33	5.589
Vasca9.1	0.597	2.794	01gen2021, 01:34	5.445
Vasca9.2	0.597	2.794	01gen2021, 01:34	5.295
Vasca9.3	0.597	2.790	01gen2021, 01:34	5.102
Vasca9.4	0.597	2.789	01gen2021, 01:35	4.889
Vasca2	0.597	2.788	01gen2021, 01:35	4.578
Vasca3	0.597	2.787	01gen2021, 01:35	4.289
Vasca4	0.597	2.786	01gen2021, 01:36	3.726
Vasca5	0.597	2.789	01gen2021, 01:35	3.519
Vasca6.1	0.597	2.752	01gen2021, 01:38	2.772
Vasca6.2	0.597	1.875	01gen2021, 01:45	1.672
Vasca7.1	0.597	1.029	01gen2021, 01:54	0.905
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Per quanto riguarda tempi di ritorno superiori ai 5 anni, si osserva che anche per eventi con TR = 10 anni e durate di precipitazione pari a 15, 30 e 45 minuti, tutti i volumi idrici generati dal bacino idrografico sotteso rimangono immagazzinati nelle vasche.

Per eventi caratterizzati invece da TR > 10 anni e durate di precipitazione pari o superiore a 1 ora, si osserva che i volumi disponibili nelle vasche non sono sufficienti ad immagazzinare completamente gli idrogrammi di piena afferenti al sistema di accumulo temporaneo e decantazione (vedi Tabella 4 9 e Tabella 4 10).

Tabella 4 6: risultati di calcolo eventi TR = 10 anni, d = 15' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR10_d0.25h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino

End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR10_0.25h

Compute Time:07lug2026, 18:36:01 Control Specifications:Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	2.966	01gen2021, 00:21	2.475
Vasca0	0.597	0.892	01gen2021, 00:31	0.647
Vasca1	0.597	0.355	01gen2021, 00:39	0.229
Vasca8	0.597	0.029	01gen2021, 01:01	0.029
Vasca9.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.3	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca9.4	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca3	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca4	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca5	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 7: risultati di calcolo eventi TR = 10 anni, d = 30' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026

Simulation Run: TR10_d0.5h

Start of Run: 01gen2021, 00:00

Basin Model: Bacino

End of Run: 01gen2021, 04:00

Meteorologic Model: Met_TR10_0.5h

Compute Time:07lug2026, 18:36:01

Control Specifications:Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	4.663	01gen2021, 00:34	5.339
Vasca0	0.597	4.407	01gen2021, 00:36	3.520
Vasca1	0.597	4.382	01gen2021, 00:37	3.118
Vasca8	0.597	4.355	01gen2021, 00:37	2.927
Vasca9.1	0.597	4.281	01gen2021, 00:38	2.795
Vasca9.2	0.597	4.146	01gen2021, 00:39	2.667
Vasca9.3	0.597	3.809	01gen2021, 00:41	2.489
Vasca9.4	0.597	3.458	01gen2021, 00:42	2.283
Vasca2	0.597	3.267	01gen2021, 00:44	2.022
Vasca3	0.597	3.084	01gen2021, 00:45	1.760
Vasca4	0.597	1.905	01gen2021, 00:50	1.196
Vasca5	0.597	1.815	01gen2021, 00:51	1.025
Vasca6.1	0.597	0.286	01gen2021, 01:07	0.275
Vasca6.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.1	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 8: risultati di calcolo eventi TR = 10 anni, d = 45' – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR10_d0.75h

Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino

End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR10_0.75h

Compute Time:07lug2026, 18:36:02 Control Specifications:Control 1

Show Elements: All Elements

Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	4.844	01gen2021, 00:48	7.617
Vasca0	0.597	4.798	01gen2021, 00:49	5.794
Vasca1	0.597	4.794	01gen2021, 00:49	5.383
Vasca8	0.597	4.784	01gen2021, 00:50	5.219
Vasca9.1	0.597	4.786	01gen2021, 00:50	5.087
Vasca9.2	0.597	4.780	01gen2021, 00:50	4.943
Vasca9.3	0.597	4.771	01gen2021, 00:51	4.754
Vasca9.4	0.597	4.769	01gen2021, 00:51	4.542
Vasca2	0.597	4.800	01gen2021, 00:51	4.269
Vasca3	0.597	4.792	01gen2021, 00:52	4.018
Vasca4	0.597	4.518	01gen2021, 00:54	3.456
Vasca5	0.597	4.474	01gen2021, 00:55	3.289
Vasca6.1	0.597	3.407	01gen2021, 00:59	2.558
Vasca6.2	0.597	1.824	01gen2021, 01:07	1.464
Vasca7.1	0.597	0.808	01gen2021, 01:15	0.697
Vasca7.2	0.597	0.000	01gen2021, 00:00	0.000

Tabella 4 9: risultati di calcolo eventi TR = 10 anni, d = 1 h – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR10_d1h				
Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino				
End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR10_1h				
Compute Time: 07lug2026, 18:36:02 Control Specifications: Control 1				
Show Elements: All Elements	Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	4.615	01gen2021, 01:02	9.468
Vasca0	0.597	4.584	01gen2021, 01:03	7.645
Vasca1	0.597	4.579	01gen2021, 01:03	7.247
Vasca8	0.597	4.578	01gen2021, 01:04	7.084
Vasca9.1	0.597	4.577	01gen2021, 01:04	6.955
Vasca9.2	0.597	4.572	01gen2021, 01:04	6.806
Vasca9.3	0.597	4.569	01gen2021, 01:05	6.624
Vasca9.4	0.597	4.564	01gen2021, 01:05	6.413
Vasca2	0.597	4.561	01gen2021, 01:05	6.124
Vasca3	0.597	4.560	01gen2021, 01:06	5.892
Vasca4	0.597	4.560	01gen2021, 01:06	5.341
Vasca5	0.597	4.578	01gen2021, 01:05	5.203
Vasca6.1	0.597	4.539	01gen2021, 01:07	4.464
Vasca6.2	0.597	3.894	01gen2021, 01:12	3.376
Vasca7.1	0.597	3.230	01gen2021, 01:15	2.611
Vasca7.2	0.597	1.760	01gen2021, 01:23	1.532

Tabella 4 10: risultati di calcolo eventi TR = 10 anni, d = 1.5 h – volumi e portate

Project: cava_PRO2026 Simulation Run: TR10_d1.5h				
Start of Run: 01gen2021, 00:00 Basin Model: Bacino				
End of Run: 01gen2021, 04:00 Meteorologic Model: Met_TR10_1.5h				
Compute Time: 07lug2026, 18:36:02 Control Specifications: Control 1				
Show Elements: All Elements	Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.597	3.830	01gen2021, 01:31	11.708
Vasca0	0.597	3.812	01gen2021, 01:32	9.882
Vasca1	0.597	3.809	01gen2021, 01:33	9.487
Vasca8	0.597	3.810	01gen2021, 01:33	9.316
Vasca9.1	0.597	3.809	01gen2021, 01:33	9.169
Vasca9.2	0.597	3.805	01gen2021, 01:33	9.039
Vasca9.3	0.597	3.805	01gen2021, 01:34	8.852
Vasca9.4	0.597	3.801	01gen2021, 01:34	8.644
Vasca2	0.597	3.800	01gen2021, 01:35	8.330
Vasca3	0.597	3.801	01gen2021, 01:35	8.055
Vasca4	0.597	3.799	01gen2021, 01:35	7.495
Vasca5	0.597	3.798	01gen2021, 01:35	7.307
Vasca6.1	0.597	3.795	01gen2021, 01:36	6.566
Vasca6.2	0.597	3.787	01gen2021, 01:37	5.471
Vasca7.1	0.597	3.786	01gen2021, 01:37	4.709
Vasca7.2	0.597	3.574	01gen2021, 01:41	3.630

7 Conclusioni

La presente relazione dimostra che gli interventi implementati sono idonei ad evitare l'immissione di acque con un tenore di solidi sospesi superiore al limite di legge per i tempi di ritorno e le durate di pioggia considerati.

In particolare, in condizione di vasche completamente vuote, il sistema di sedimentazione/decantazione di progetto, incrementato a complessivi 11470 mc, **seppur sollecitato da una forzante pluviometrica molto più gravosa di quella desumibile dalla singola stazione pluviometrica di Gubbio, è in grado di:**

- invasare completamente (senza generare afflussi) tutti gli eventi di pioggia di durate comprese tra 15 min e 1.5 ore per TR = 5 anni
- invasare completamente (senza generare afflussi) tutti gli eventi di pioggia di durate comprese tra 15 min e 45 min per TR = 10 anni; per lo stesso di ritorno per le durate di 1 ora e 1.5 ore si osserva tuttavia che l'idrogramma in uscita dall'ultima vasca, oltre ad avere un volume significativamente inferiore rispetto a quello in ingresso alla prima vasca, ha inizio circa 60 minuti (durata 1 ora) ÷ circa 80 minuti (durata 1.5 ore) dopo dell'inizio del riempimento della prima vasca a causa dell'immagazzinamento temporaneo nel sistema di accumulo favorendo sia la decantazione del materiale solido trasportato di granulometria maggiore sia una seppur parziale sedimentazione del materiale più fine convogliato in sospensione (cfr. Figure 5 e 6 seguenti)

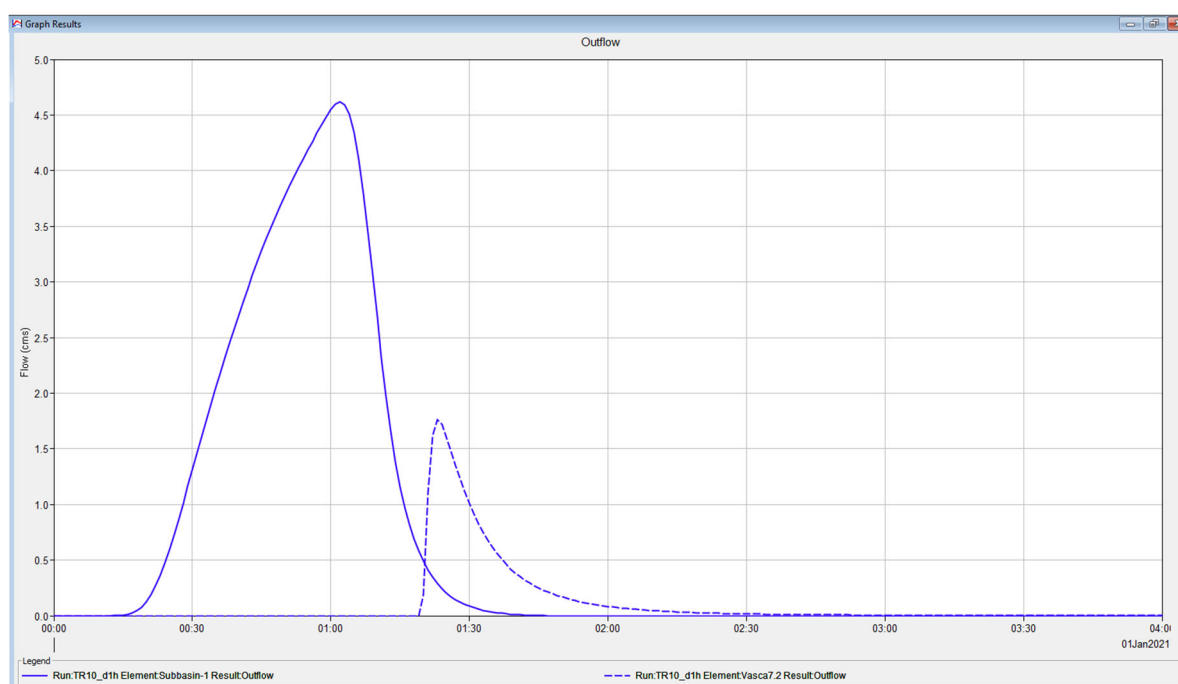


Figura 5: confronto tra l'idrogramma in ingresso alla vasca 0 e quello in uscita dalla vasca 7.2 – evento TR10 d=1h. Ritardo ingresso/uscita = 64 minuti.

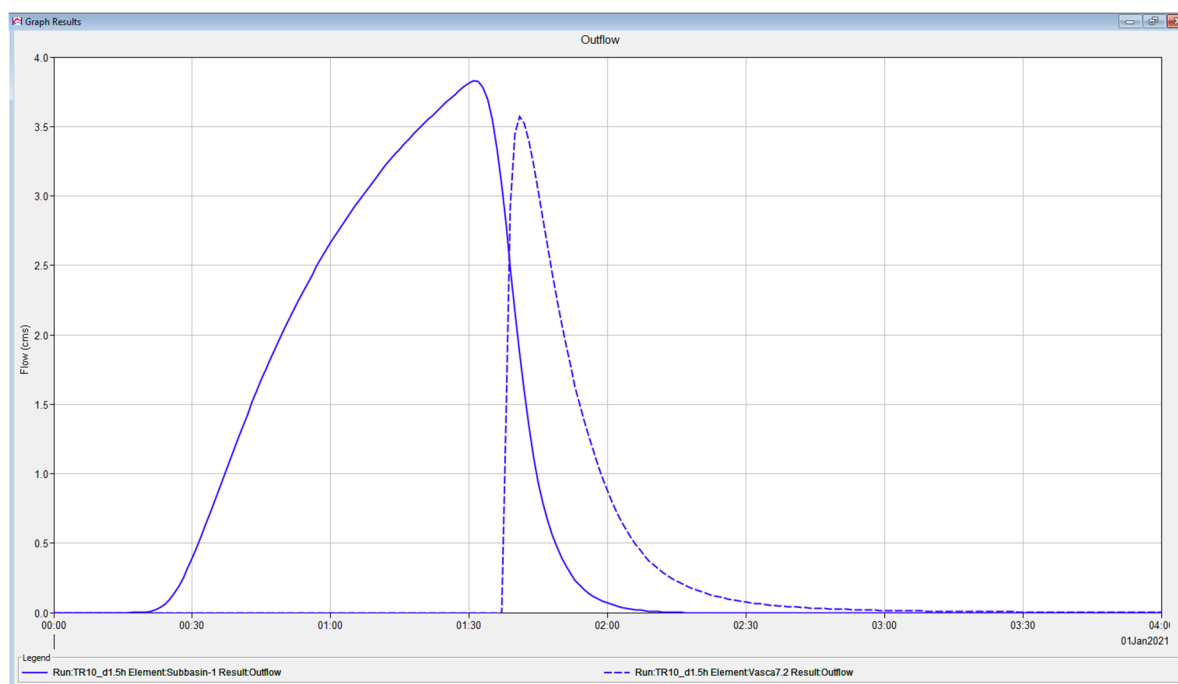


Figura 6: confronto tra l'idrogramma in ingresso alla vasca 0 e quello in uscita dalla vasca 7.2 – evento TR10 d=1.5h. Ritardo ingresso/uscita = 80 minuti.

In conclusione, per quanto sopra esposto, si può affermare che il sistema di vasche descritto è idoneo ad assolvere alle funzioni di laminazione e sedimentazione delle acque meteoriche.

L'analisi idraulica condotta trascura inoltre, a vantaggio di sicurezza, gli interventi di miglioramento del sistema di regimazione delle acque (canalette, impluvi, discenderie da monte verso valle), già implementato da Colacem S.p.A. finalizzato a migliorare l'intrinseca capacità di invaso e laminazione del bacino idrografico.

Si osserva infine che gli interventi di ricomposizione ambientale, che interesseranno i fronti di scavo negli anni successivi, porteranno ad una graduale riduzione delle aree scoperte e quindi del trasporto solido ad opera delle acque meteoriche.