



**REGIONE MARCHE**  
**SERVIZIO TUTELA, GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO**  
**P.F. TUTELA DELLE ACQUE E**  
**DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA**

SEDE CENTRALE: Via Palestro, 19 - 60125 ANCONA

SEDE DECENTRATA DI PESARO: Viale della Vittoria, 117 - 61121 PESARO

COMUNE	LOCALITÀ	BACINO IDROGRAFICO
Cagli	Gola del Burano – Fiume Burano	Fiume Metauro

Oggetto:

**Pozzo Cagli 1. Verifica della funzionalità della testa pozzo e prova di emungimento.  
Rapporto preliminare**

Tipo documento:

**RELAZIONE TECNICA**

Allegati:		
	Redatto da: Dott. Francesco Bocchino con il contributo del Dott. Antonio Mari	
Data inizio redazione	Data ultimo controllo	Data emissione
	<b>5 ottobre 2021</b>	<b>6 ottobre 2021</b>
Revisione	Codice/Nome documento	
<b>1.1</b>		

## 1. INTRODUZIONE

Tra gli interventi previsti con i fondi dell'ordinanza del capo del Dipartimento della protezione civile n. 493/2017 "*Primi interventi urgenti di protezione civile finalizzati a contrastare la crisi di approvvigionamento idrico ad uso idropotabile nel territorio della provincia di Pesaro e Urbino*", conseguente alla dichiarazione dello stato di emergenza per l'evento siccitoso dell'estate 2017, è stata effettuata la sostituzione della testa pozzo del pozzo Cagli 1. I fondi sono stati ottenuti grazie alle attività del personale dell'allora P.F. Difesa del suolo e della Costa, della P.F. Tutela del Territorio di Pesaro e Urbino, del Servizio Protezione Civile e dell'AATO 1.

La testa pozzo esistente, realizzata nel 1991, negli ultimi anni ha mostrato la necessità di una sua manutenzione straordinaria per evitare lesioni o rotture delle tubazioni in caso di apertura con immissione delle acque nel fiume; nel corso degli anni sono stati necessari alcuni interventi di saldatura per sistemare limitate lesioni verificatesi durante le aperture.

Il progetto ha previsto il rifacimento della testa pozzo e della vasca semi-interrata che alloggia le tubazioni e le valvole nonché la sua copertura con elementi scorrevoli per una migliore protezione dalle intemperie, nonché la sistemazione del bacino di dissipazione delle acque emunte e dell'immissione verso il fiume Burano.

Contestualmente, l'intervento ha previsto l'installazione di nuovi sistemi di misura della pressione a testa pozzo, delle portate emunte e della temperatura dell'acqua emunta, con possibilità di lettura in telecontrollo.

Ordinariamente il pozzo è utilizzato per prelevare una portata media di circa 30 l/s (variabile tra 22 e 38 l/s) per servire i comuni di Cagli e Acqualagna, mentre il suo utilizzo per alimentare il Fiume Burano è consentito solo in caso di situazioni di siccità.

Nel corso del Comitato Provinciale di Protezione civile del 9 settembre 2020, riscontrata la conclusione dei lavori di rifacimento della testa pozzo, si è concordata l'opportunità di prevedere una apertura programmata dell'emungimento, per valutare la funzionalità delle apparecchiature a testa pozzo e il sistema di monitoraggio installato.

Successivamente, nel Corso del Comitato Provinciale di Protezione Civile del 29 settembre 2020, si è deciso di effettuare l'apertura del Pozzo Cagli 1 al fine di verificare il corretto funzionamento del sistema testa pozzo, delle strumentazioni di monitoraggio, nonché acquisire ulteriori dati sul sistema pozzo-acquifero e sulla situazione idro-meteorologica sulla base delle stazioni installate nel 2018 dal Centro Funzionale della Protezione Civile Regionale.

Con fondi dell'Ordinanza 493/2017 sono state installate anche alcune stazioni idrometriche nella zona (F. Bosso a Cagli, F. Burano a Cagli, F. Burano a Pontedazzo) in siti circa corrispondenti a quelli nei quali erano state installate delle stazioni di monitoraggio idrometrico negli anni '90 da parte dell'Aquater; inoltre, sono state installate anche alcune stazioni meteorologiche in quota (Apecchio-Serravalle di Carda, Cagli- Monte Petrano, Piobbico-M. Nerone-Rifugio Corsini).

Foto 1. Alloggiamento e tubazioni della nuova testa pozzo



Foto 2. Bacino di dissipazione e, sullo sfondo a destra, la copertura della nuova testa pozzo



## 2. DESCRIZIONE DEL POZZO

La perforazione del pozzo "Cagli 1" è terminata il 23 settembre 1991 e il montaggio dell'originaria testa pozzo è stata completata il 4 ottobre 1991.

Il pozzo ha una profondità di 262,50 m dei quali i primi 97,50 m incamiciati con casing di diametro variabile da 24" (61 cm) a 13 3/8" (34 cm), mentre la restante parte, per un'altezza di 165 m, è a foro libero da 12 1/4" (31 cm).

Durante la perforazione la pressione registrata è stata pari a:

- 3 bar da circa 27.5 m a circa 44 m di profondità;
- 6 bar a circa 79.0 m;
- 13 bar da circa 53 m a circa 122 m di profondità;
- 22 bar da circa 126 m a fondo foro;

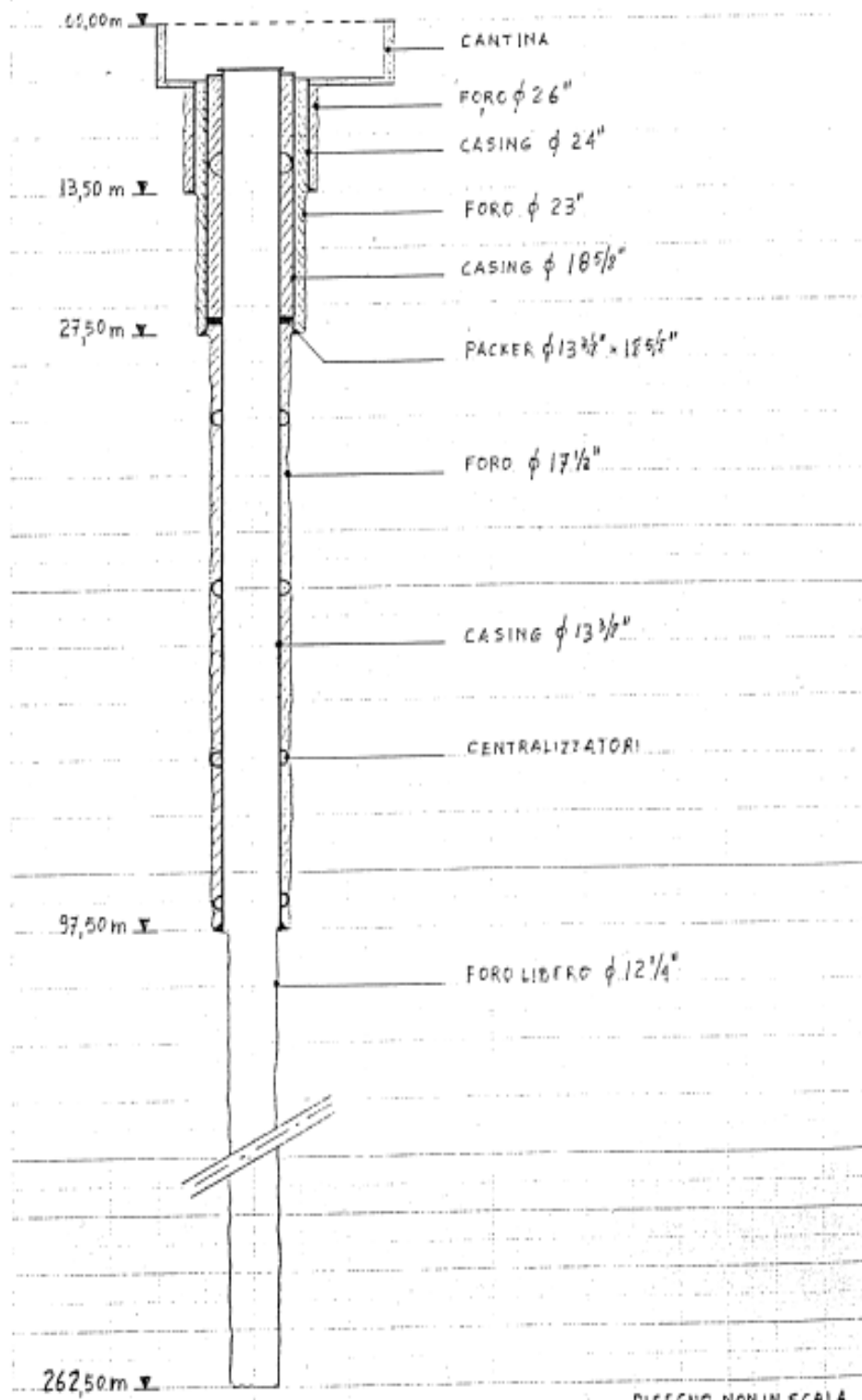
Durante la perforazione è stata riscontrata una portata:

- variabile tra 0.5 l/s e circa 5 l/s sino a 124.5 m di profondità;
- variabile tra circa 35 l/s a 170 l/s tra 125 m e 217 m (con significativo incremento alla quota di 205 m);
- variabile tra 225 l/s e 250 l/s tra circa 231 m e 247 m, con venute più significative a 234.0 m, 237.5 m e 234 m;
- con aumento improvviso sino a 300 l/s a circa 247.5 m, per la presenza di una cavità;
- con aumento improvviso a 360 l/s a circa 250 m di profondità per l'incontro di una importante frattura;
- in ulteriore aumento, in particolare a 253.0 m e 259.5 m raggiungendo circa 520-530 l/s con perforazione a fondo foro.

Nello schema 1 di seguito è riportato il profilo del pozzo Cagli 1

Schema 1 - condizionamento del pozzo Cagli 1

PROFILO POZZO "CAGLI 1"



DISEGNO NON IN SCALA

### 3. PRECEDENTI PROVE DI POMPAGGIO

A seguito della realizzazione del pozzo Cagli 1 sono state fatte dall'Aquater due prove di pompaggio.

La prima tra il 09/04/1992 e il 16/04/1992, con vari gradini di portata (50.3 – 99.2 – 214.0 – 296.0 – 398.0 l/s). Da tale prova è stata valutata dall'Aquater una portata critica del pozzo di 340 l/s e una portata ottimale di 300 l/s e che le perdite di carico erano esclusivamente attribuibili alla risalita dell'acqua nel pozzo. Dalla curva di risalita è stata valutata una trasmissività di  $1,7 * 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

La seconda prova di portata è stata effettuata il 27/05/1992 con 8 gradini di portata (66.1 – 117.0 – 189.9 – 238.0 – 269.4 – 318.2 – 371.7 – 415 l/s). Dalla seconda prova l'Aquater ha valutato che sino a alla portata di 415 l/s non è stato individuato il punto critico di emungimento e che, pertanto, la portata ottimale di emungimento potrebbe essere maggiore o uguale a 415 l/s. Anche in questo caso l'abbassamento del livello durante il pompaggio è stato interpretato come dovuto principalmente alle perdite di carico dovute al diametro del pozzo. Di questa prova di pompaggio non è stato trovato il rapporto con i dati registrati durante la stessa.

Successivamente sono state effettuate altre prove di emungimento. Quelle per le quali sono stati reperiti alcuni dati e/o la descrizione sono le seguenti:

- prove effettuate tra aprile e agosto 1994, con portate di circa 30.5 l/s e 61.5 l/s;
- prove effettuate ad aprile-maggio e settembre 1997, con portate di 200 l/s;
- prove effettuate a febbraio, luglio-agosto e settembre-ottobre 1998, con portate di circa 300 l/s e 395 l/s;
- prova effettuata dal 31 luglio 2003 al 20 agosto 2003 con i seguenti gradini di portata: 100 - 150 – 300 – 400 – 300 – 150 – 100 l/s.

Successive aperture sono state effettuate negli anni 2000, in particolare in occasione di anni siccitosi per sostenere le portate fluviali e l'approvvigionamento idropotabile. Gli ultimi anni durante i quali sono state effettuate le aperture sono stati il 2012 e 2017.

Delle aperture del pozzo delle quali sono stati trovate informazioni è in corso la sistemazione dei dati per effettuare alcune elaborazioni e confronti tra loro e con l'emungimento del 2020.

## 4. VERIFICA DEL FUNZIONAMENTO DELLA TESTA POZZO E PROVA DI EMUNGIMENTO

### 4.1 Descrizione delle attività

A seguito del Comitato di Protezione civile del 9 settembre si è previsto di effettuare una apertura programmata del pozzo Burano, per un massimo di 12 giorni, all'inizio di ottobre.

La prova di emungimento a gradini crescenti è iniziata il giorno 6 ottobre, alle 10:30 circa, partendo da una portata di circa 100 l/s; successivamente la portata di emungimento è stata aumentata ogni 3 giorni (72 ore circa) di circa 100 l/s sino ad arrivare a circa 400 l/s, per poi interrompere la prova il giorno 17 ottobre alle ore 10:40 circa.

La tempistica è riportata nella tabella seguente.

Tabella 1 – modalità di esecuzione della prova

Giorno	Ora	Portata emunta rilasciata in alveo (l/s)	Note
06/10/2020	10:20	0	presente l'emungimento per l'acquedotto di Cagli e Acqualagna
06/10/2020	10:30	97-100	"
09/10/2020	10:10	200-203	"
12/10/2020	10:40	300-306	"
15/10/2020	10:50	403-412	"
15/10/2020	16:30	412	Attivato il pozzo "acquedotto Cagli" con una portata di 21-24 l/s, poiché con il rilascio in alveo di 400 l/s dal pozzo Cagli 1 si è ridotta la portata emungibile per i Comuni di Cagli e Cantiano
17/10/2020	10:40	0	Interruzione dell'emungimento dal pozzo Cagli 1
19/10/2020	13:00	0	Interrotto il prelievo dal pozzo acquedotto Cagli e ripristinato il prelievo per i comuni di Cagli e Acqualagna dal pozzo Cagli 1

Come riportato nella tabella ordinariamente è attivo dal pozzo Cagli 1 con un prelievo medio di 30 l/s, variabile nel corso della giornata, per servire la rete idropotabile dei comuni di Cagli e Acqualagna.

Contestualmente sono state misurate le portate emunte, la pressione a testa pozzo, la temperatura a testa pozzo; tali parametri sono stati registrati ed erano visibili attraverso un sistema di accesso in remoto; i parametri erano visualizzati con intervallo di 10 minuti. Le credenziali per l'accesso in remoto ai dati sono state rilasciate anche ai Comuni di Cagli e Cantiano.

E' stata tenuta sotto controllo anche la pressione del pozzo acquedotto Cagli, normalmente non utilizzato. Il pozzo acquedotto Cagli è stato realizzato nel 1975 dal Comune di Cagli, prima della realizzazione del pozzo Cagli 1 ed ha una profondità di 90-100 m (secondo quanto riassunto in una nota della P.F. Demanio idrico, porti e lavori

pubblici del 30/05/2008). E' ubicato circa 270 m a NNE del pozzo Cagli 1 e anche in questo pozzo l'acqua è in pressione.

Contestualmente sono state verificati i livelli idrometrici registrati presso le stazioni idrometriche del Centro Funzionale della Protezione Civile Regionale ubicate sul F. Burano (all'ingresso e all'uscita della Gola del Burano) e sul F. Bosso (a Cagli).

Inoltre, sono state effettuate delle misure di portata lungo il Fiume Burano dal personale del Centro Funzionale della Protezione Civile Regionale, il giorno 5 ottobre e il giorno 17 ottobre 2020.

#### **4.2 Risultanze dalla prova di emungimento**

Nel corso della prova sono stati controllati e ottenuti i dati registrati ogni 10 minuti dal sistema di monitoraggio in remoto reso disponibile da Marche Multiservizi S.p.A., attraverso apposita password di accesso.

Inoltre sono state visionate le strumentazioni sul posto al momento del primo gradino di portata, a circa 100 l/s e dell'ultimo gradino di portata a 400 l/s.

L'attività ha permesso di valutare l'importanza di disporre di nuovi strumenti di misura e la possibilità di un controllo in remoto con elevata frequenza di misura. Il sistema di telecontrollo, appoggiato ad una rete GSM, ha presentato alcune perdite di segnale, soprattutto in alcuni orari, con la mancanza di dati nella registrazione degli stessi; in ogni caso l'elevata frequenza di campionamento ha permesso di ricostruire agevolmente i dati mancanti.

Parallelamente il Sig. Franco Mauro di Marche Multiservizi ha reso disponibile ogni giorno il grafico delle pressioni registrate presso il pozzo acquedotto Cagli, telecontrollato con altro sistema non accessibile dall'esterno, nonché successivamente i dati di prelievo verso la rete acquedottistica di Cagli e Acqualagna.

Nella figura 1 sono riportati i dati di portata e pressione riscontrati durante la prova, in funzione del tempo (ore dalle 00:00 del 6 ottobre alle ore 6:30 del 26/10/2020). I Valori di portata si riferiscono solo a quelli emunti verso il fiume. I dati nel grafico sono quelli registrati ogni 30 minuti.

I valori mostrano alcune limitate oscillazioni, come si può vedere dal grafico, misurabili data la sensibilità della strumentazione e dipendenti anche dalla variabilità del prelievo verso l'acquedotto di Cagli e Acqualagna.

Si nota come al variare della portata di emungimento la pressione presso il pozzo Cagli 1 si riduce immediatamente, per poi rimanere sostanzialmente costante, segno delle buone potenzialità dell'acquifero.

All'inizio della prova la pressione registrata a testa pozzo era di 21.75-21.99 bar. Al termine della prova (ore 10:40 circa del 17 ottobre) con l'interruzione dell'emungimento verso il fiume (allora di circa 400 l/s), la pressione è risalita repentinamente a 20.49-20.74 bar a testimonianza di un acquifero molto permeabile e ben alimentato; successivamente è aumentata lentamente raggiungendo stabilmente il valore iniziale di 21.75 bar il giorno 25 ottobre alle ore 20:30.



La rapida risalita dovrebbe essere legata alla veloce alimentazione del pozzo da parte dei tratti maggiormente fratturati e carsificati dell'acquifero, che hanno permesso di recuperare immediatamente quasi tutta la pressione iniziale, mentre il più lento recupero della restante parte di pressione potrebbe essere legata alle porzioni con fratturazione più fine, che caratterizza la porzione superiore dell'acquifero, come riscontrato durante la perforazione.

Il pozzo acquedotto Cagli, posto a circa 270 m di distanza, risente in parte degli effetti dell'emungimento dal pozzo Cagli 1, ma con una riduzione di pressione. La riduzione di pressione è più evidente, ma comunque limitata a pochi decimi, all'inizio di ogni gradino di aumento di portata. Pertanto, il raggio di influenza del pozzo Cagli 1 si spinge sino ad almeno tale distanza.

La brusca riduzione di pressione che si nota dopo l'apertura a 400 l/s è dovuta al fatto che il pozzo acquedotto Cagli è stato attivato per alimentare l'acquedotto di Cagli e Acqualagna, come descritto sopra. Alla chiusura dell'emungimento del pozzo Cagli 1 verso il fiume e all'interruzione dall'emungimento dal pozzo acquedotto Cagli la pressione è risalita a valori prossimi a quelli iniziali.

Nel grafico 2 è riportata la temperatura e la portata di emungimento verso il fiume. Si nota come si ad un prelievo di 200 l/s la temperatura rimane costante a 9.9-10.0 °C; con l'aumento di portata a 300 l/s si nota un aumento di 0.1-0.2 °C, mentre con l'aumento di portata a 400 l/s la temperatura aumenta in maniera più evidente sino a 11.2 °C. Tale aumento potrebbe essere dovuto all'apporto di porzioni di acquifero a differente temperatura, interessate dall'aumento del cono di depressione, o dall'aumento degli attriti presso il pozzo. Al termine del pompaggio la temperatura è tornata quasi immediatamente a 9.9-10.0 °C.

Per l'analisi dei dati di pompaggio è stato considerato il prelievo esistente verso la rete acquedottistica di Cagli e Acqualagna, che varia nel corso della giornata tra circa 22 e 38 l/s, con un valore medio di circa 30 l/s. Tale prelievo complica parzialmente l'analisi poiché il pozzo si trova ordinariamente in condizione di emungimento. Per le analisi quindi è stata ipotizzata una pressione in assenza di prelievo più alta di 0.1 bar rispetto alla situazione con il prelievo acquedottistico attivo (tale assunzione è da verificare meglio sulla base della valutazione dei dati pregressi) e un gradino fittizio iniziale ad un prelievo di circa 34 l/s (quello riscontrato all'inizio del primo gradino e dell'ultimo). Il valore di pressione considerato prima dell'inizio del prelievo a 100 l/s (ovvero al gradino fittizio di 34 l/s) è quello registrato nelle ore immediatamente precedenti, pari a 21.75 bar.

In tabella 2 sono riportati i valori registrati dopo 1 ora e dopo 48 ore dall'inizio di ogni gradino (ogni gradino ha avuto durata complessiva di 72 ore, tranne quello a circa 400 l/s che ha avuto una durata di 48 ore).

Con successive elaborazioni verranno valutate ulteriormente le suddette assunzioni e gli effetti sulle elaborazioni ottenibili.

Tabella 2 – dati registrati nel corso dell'emungimento e utilizzati per i grafici

gradino	1 ora			48 ore		
	Q (mc/s)	P (bar)	Dh (m)	Q (mc/s)	P (bar)	Dh (m)
	0.000	21.85 (*)	0.0	0.000	21.85 (*)	0.0
1 (**)	0.034	21.75	1.0	0.034	21.75	1.0
2	0.133	19.74	21.5	0.132	19.50	24.0
3	0.237	16.24	57.2	0.238	16.00	59.7
4	0.337	11.75	103.0	0.334	11.49	105.6
5	0.421	7.24	149.0	0.409	7.24	149.0

(\*) valore ipotizzato in assenza di alcun prelievo (valore indicativo);

(\*\*) si riferisce alla situazione di inizio prova con prelievo di circa 34 l/s per gli acquedotti di Cagli e Acqualagna;

Nel grafico 3 è riportato l'andamento della depressione piezometrica (considerando 1 bar = 10.1974 m di colonna d'acqua) in funzione della portata di prelievo.

Per il grafico è stata considerata oltre alla portata immessa nel fiume anche quella prelevata per alimentare la rete acquedottistica di Cagli e Acqualagna.

Nel grafico sono riportati i valori delle coppie portata/abbassamento dopo 1 ora da ogni inizio gradino e dopo 48 ore da ogni inizio gradino.

Si nota come le curve siano analoghe e ovviamente quella a 48 ore è un poco più bassa di quella dopo 1 ora; anche se non rappresentate nel grafico è stato verificato che tra quella a 1 ora e quelle a 4 ore non vi sono sostanziali differenze, così come tra quella e 48 ore e quella a 72 ore. L'acquifero risponde rapidamente all'aumento della portata emunta per poi mantenersi sostanzialmente stabile, almeno sino a 72 ore dall'aumento di ogni gradino.

Le curve non evidenziano un punto di flesso particolarmente evidente e non è facilmente individuabile la portata critica. Un parziale aumento di pendenza si ha intorno ai 200-250 l/s (soprattutto per la curva a 48 ore), ma andrebbe verificata meglio la curva con una prova con aumento di portata più ridotti tra un gradino e un altro. (es: 50, 100, 150, 200, ...). In ogni caso oltre tali portate la curva è piuttosto regolare, mostrando un lieve aumento di pendenza. Tale evidenza può essere congruente con le valutazioni dell'Aquater che, con le prove effettuate nel 1992, aveva valutato una portata critica tra 340 l/s (a seguito di un più netto cambio di pendenza, ottenuto con la prima prova) e uguale o superiore a 415 l/s (in assenza di un netto cambio di pendenza, con la seconda prova), ovvero che la portata critica è piuttosto rilevante.

Essendo l'acquifero in pressione l'andamento parabolico della curva mostra la presenza di perdite di carico quadratiche che potrebbero essere legate al condizionamento del pozzo, come ha ipotizzato l'Aquater a seguito delle prove effettuate nel 1992. Secondo Celico (P. Celico, Prospezioni idrogeologiche, Vol. I, 1986) la presenza di perdite di carico quadratiche in pozzi senza filtro e pre-filtro potrebbero essere legate alla presenza di un acquifero eterogeneo e anisotropo, come nel caso in esame.

Nelle figura 4 è riportato il grafico portata specifica – abbassamenti nel quale si può notare come all'aumento della depressione (quindi della portata) la portata specifica

diminuisce, prima rapidamente, poi gradualmente. Il primo tratto può essere affetto da maggiore incertezza per la ricostruzione del primo gradino. In ogni caso dal secondo punto al primo si nota un aumento della pendenza con l'aumento dell'abbassamento (ovvero della portata). Anche qui l'andamento è simile se si considero i dati registrati dopo 1 ora da ogni gradino o dopo 48 ore.

L'andamento può essere determinato dalla presenza di un acquifero eterogeneo dove si sovrappongono gli apporti da zone con fratture beanti/condotti carsificati con gli apporti da zone con una fratturazione più fine (dove l'acqua subisce maggiori attriti), che sono via via più interessate con l'aumento delle portate emunte.

Nei grafici 5 e 6 è riportato il grafico portata - abbassamento specifico.

Nel grafico 6 è stato tolto il primo gradino, per i motivi già descritti e valutati, con interpolazione lineare, i parametri C e Q dell'equazione:

$$D_h = B * Q + C * Q^2$$

Dove Q è la portata (in mc/s) e  $D_h$  l'abbassamento in m.

Nell'equazione B rappresenta le perdite di carico lineari, dovute in parte al deflusso laminare esistente nell'acquifero e in parte al condizionamento del pozzo (filtro, pre-filtro e diametro tubazioni rivestimento), mentre C rappresenta le perdite di carico quadratiche generalmente funzione del condizionamento del pozzo, ma nel caso di foro scoperto tali perdite compaiono anche quando l'acquifero è eterogeneo e anisotropo.

Come già precisato tali valori sono solo indicativi e vanno analizzati meglio con ulteriori elaborazioni, come quelle della curva di risalita, e valutando differenti assunzioni.

## **5. ANDAMENTO DELLE PORTATE NEL FIUME BURANO**

Parallelamente alla prova di pompaggio sono stati tenuti sotto controllo di dati di livello registrati presso gli idrometri del Centro Funzionale della Protezione Civile regionale lungo il Fiume Burano.

I dati di livello sono poi convertiti in dati di portata con le scale di deflusso determinate dal Centro Funzionale della Protezione Civile regionale lungo il Fiume Burano.

I dati di portata sono stati estratti dal SIRMIP on-line del Centro Funzionale, con le credenziali di accesso fornite.

Il controllo era mirato anche a valutare se l'emungimento dal pozzo Cagli 1 potesse influenzare i deflussi in alveo, soprattutto per le portate di emungimento più elevate.

Il fiume Burano nell'attraversamento dell'omonima Gola riceve l'alimentazione da una serie di sorgenti distribuite nella gola (cosiddette sorgenti lineari). Mastrolillo (2001), sulla base di una serie di misure di portata effettuate nel tempo, ha ipotizzato che il Burano nell'attraversare la gola ottiene un apporto di circa 390 l/s dal complesso basale e circa 70 l/s dal complesso della scaglia.

Negli ultimi anni, sulla base delle portate ricavabili dalle stazioni idrometriche installate e da alcune misure di portata effettuate sin dal 2012, l'apporto delle sorgenti lineari è stimabile, indicativamente, tra circa 200 e circa 500 l/s.

Il personale del Centro Funzionale ha provveduto ad effettuare le seguenti misure dirette di portata, riepilogate in tabella 3 (dal rapporto: *Campagna di misura nell'ambito dell'apertura programmata del pozzo del Burano Ottobre 2020*).

Tabella 3. Misure di portata effettuate sul Fiume Burano e confronto con i livelli registrati agli idrometri e le portate ottenibili dalla scala di deflusso.

<b>data</b>	<b>ora</b>	<b>livello asta (m)</b>	<b>Portata misurata (mc/s)</b>	<b>livello asta registrato dall'idrometro (m)</b>	<b>Portata da scala di deflusso (mc/s)</b>
<b>Pontedazzo – stazione 350</b>					
2020-09-23	11:00	0.16	0.17	0.18	0.24
2020-10-05	16:00	0.36	1.58	0.37	1.71
2020-10-17	10:30	0.36	1.61	0.34	1.32
<b>Sezione monte pozzo Burano</b>					
2020-10-17	11.30		2.03		
<b>Cagli, Ponte Cavour – stazione 353</b>					
2020-09-23	12:30	0.13	0.47	0.11	0.41
2020-10-05	18:00	0.30	1.75	0.29	1.53
2020-10-17	12:30	0.32	2.03	0.30	1.60

Dai dati presenti rappresentati nella tabella 3 si nota l'utilità dell'effettuare alcune misure di portata dirette nel fiume se si vogliono avere dati più precisi, soprattutto in condizioni di basse portate, rispetto a quelle ottenibili dalla scala di deflusso. In ogni caso i dati registrati agli idrometri sono importanti per monitorare le variazioni nel tempo dei livelli idrometrici e delle portate.

Durante i giorni della prova si sono verificate alcune precipitazioni che hanno determinato l'aumento delle portate defluenti rispetto al periodo precedente, caratterizzato da valori di portata più ridotti.

Nella figura 7 è rappresentato l'andamento nel tempo dei valori di portata presso gli idrometri all'ingresso e all'uscita della gola del Burano (Pontedazzo – Stazione 350 e Cagli-Ponte Cavour Stazione 353), le misure di portata puntuali, nonché i valori di portata emunti dal pozzo Cagli 1 e immessi nel fiume. Il grafico riporta i dati ogni 30 minuti tra il 4 ottobre e il 21 ottobre.

Si nota come non è possibile individuare una influenza dei prelievi dal pozzo sulle portate registrate sul Fiume Burano (in particolare quelli all'uscita dalla gola). In corrispondenza dei prelievi più elevati dal pozzo si ha un incremento dei valori di portata nel fiume. Inoltre, è anche difficile valutare all'idrometro di Cagli-Ponte Cavour, all'uscita dalla gola, la portata fornita dal pozzo Cagli 1 poiché le portate immesse erano ben inferiori a quelle defluenti in alveo.

Infatti, le portate fluviali sono state influenzate dalle precipitazioni. Tale influenza si può apprezzare dalla figura 8 dove sono riportati i valori di portata media giornaliera presso gli idrometri e le precipitazioni giornaliere in mm. Le precipitazioni sono quelle medie delle stazioni di Monte Petrano, Cagli Civita, Cantiano, Monte Acuto, che ricadono o sono più prossime al bacino del Fiume Burano. Si nota come l'aumento di portata è strettamente correlato agli impulsi di precipitazione.

Si nota anche che durante i periodi caratterizzati da assenza di precipitazione, come a inizio settembre, si può apprezzare l'apporto della sorgente lineare, mentre quando vi sono apporti di precipitazioni l'aumento delle portate dovute ai deflussi superficiali tende a mascherare tali apporti.

In figura 9 sono riportate le portate medie giornaliere agli idrometri, le portate medie giornaliere emunte dal pozzo Cagli 1 immesse nel fiume, le precipitazioni giornaliere nel periodo tra il 5 ottobre e il 31 ottobre.

Pertanto nel periodo nel quale è stata effettuata la prova di emungimento non si nota una correlazione tra emungimento dal pozzo e modifiche alle portate emergenti nella gola del Burano. Il verificarsi di precipitazioni e la presenza di portate fluviali più significative rispetto al mese di settembre, sino a 2 mc/s e oltre, non ha permesso di verificare eventuali influenze.

## **6. ANDAMENTO DELLE PORTATE EMUNTE DALLA SORGENTE DI PIEIA**

La sorgente di Pieia drena acque emergenti dall'acquifero del Calcare Massiccio-Maiolica nella porzione superiore del Torrente Giordano, che affluisce nel Certano e nel Bosso, presso l'abitato di Pianello, in comune di Cagli.

Secondo gli studi effettuati dall'Aquater e altri autori la sorgente è alimentata da una porzione di acquifero del Calcare Massiccio più superficiale, legato ad alcune condotte carsiche che alimentano anche la risorgente omonima, differenziato da quello profondo dal quale attinge il pozzo Burano.

La sorgente ricade nella rete di monitoraggio idropotabile della Regione Marche e mensilmente in gestore Marche Multiservizi trasmesse i dati dei volumi prelevati giornalmente.

Nel grafico di figura 10 è messo in correlazione il volume di acqua prelevato giornalmente dalla sorgente di Pieia con la portata media giornaliera emunta dal pozzo Cagli 1 verso il fiume. Del prelievo da Pieia è rappresentato sia il volume complessivo che quello prelevato dalla Briglie 1 e 2, dove sono presenti dei dreni in alveo. Il volume prelevato nei mesi di minore disponibilità di acqua sono rappresentativi dei volumi complessivi disponibili dalla sorgente.

Si nota come la portata presso la sorgente mostri un aumento anche con l'attivazione del prelievo dal pozzo; dal giorno 7 ottobre si ha una riduzione ma dal giorno 15 sino al giorno 17, la portata disponibile mostra un aumento, nonostante l'aumento del prelievo dal pozzo sino a 400 l/s; successivamente la portata si riduce, nonostante l'interruzione del prelievo dal pozzo Cagli 1.

Nel grafico di figura 11 il prelievo dalla sorgente è messo in correlazioni con le precipitazioni. Le precipitazioni sono quelle medie giornaliere tra i pluviometri di Pianello di Cagli, Serravalle di Carda e Monte Nerone (questi ultimi installato con i fondi dell'Ordinanza 493/2017), prossimi alla sorgente.

Si nota come la portata disponibile sia influenzata dai principali afflussi di precipitazione, che determinano quasi sempre un repentino aumento delle portate. Solo le piogge di

fine settembre non sembrano determinare un aumento delle portate significativo, ma questo potrebbe essere dovuto al fatto che è stato il primo impulso di precipitazione dopo vari giorni di assenza.

Tale valutazione è coerente con gli studi effettuati dall'Aquater che non hanno evidenziato influenze del prelievo dal pozzo Cagli sulle sorgenti della zona, date anche le differenti caratteristiche idrogeologiche delle stesse rispetto all'acquifero interessato dal pozzo Burano.

## **7. SINTESI**

Nel presente rapporto sono state riassunte le risultanze dell'attività di verifica della funzionalità della nuova testa pozzo del pozzo Cagli 1 e le prime elaborazioni effettuate.

L'attività ha permesso di verificare l'importanza della sistemazione della testa pozzo e disporre di strumentazioni aggiornate per monitorare alcuni parametri significativi con una buona precisione, così come la possibilità del telecontrollo.

Le prime elaborazioni qui presentate saranno ulteriormente sviluppate, con il confronto con i dati pregressi, per meglio valutare alcune assunzioni e i risultati.

Dall'emungimento si nota come l'acquifero mostri una buona permeabilità con un'alimentazione rapida favorita dalla presenza di zone più fratturate/carsificate.

La curva portata-abbassamenti non evidenzia un punto di flesso particolarmente netto e sino a 200 l/s le depressioni sono più contenute e non si evidenziano variazioni nella temperatura. Oltre 300 l/s le depressioni sono più significative e si evidenzia un aumento delle temperature. Pertanto appare opportuno non superare portate di 300 l/s con un emungimento continuo e prolungato nel tempo.

Per valutare meglio la curva portata/abbassamento potrà essere utile effettuare una prova con aumento più graduale di ogni gradino di portata (es: ogni 50 l/s). Inoltre, è utile verificare l'andamento dei parametri monitorati con aperture di lunga durata.

Nel caso di attivazione del pozzo è utile la misura diretta delle portate almeno presso le stazioni idrometriche attualmente presenti, prima dell'inizio dell'emungimento, durante l'emungimento dal pozzo, subito prima della chiusura e al termine dello stesso. Possibilmente sarebbe utile monitorare anche le portate riscontrabili a monte dell'immissione delle acque emunte dal pozzo Cagli 1, a monte della gola del Bosso (ex stazione Acquater), della Sorgente San Nicolò e del Giordano a Pianello.

Inoltre, oltre alle temperature sarebbe utile monitorare la conducibilità delle acque emunte dal pozzo (nonché in corrispondenza delle misure di portata in alveo) e prevedere alcune analisi chimiche durante l'emungimento, soprattutto nel caso di apertura per portate elevate o periodi prolungati.

Attualmente è in corso di completamento la raccolta delle relazioni e dei dati disponibili con lo studio Aquater del 1991-1992 e dei successivi monitoraggi seguiti dal Comune di Cagli e la loro scansione. Inoltre, è iniziata l'informatizzazione di alcuni dei suddetti dati.

Con tale attività si potrà rivalutare il bilancio idrico effettuato dall'Aquater nel suo studio, sia sulla base delle stesse assunzioni ma aggiornate con dati meteorologici e idrologici più recenti, che sulla base di differenti assunzioni basate su successivi studi-

pubblicazioni in merito alle zone di alimentazione dell'acquifero emunto dal pozzo Cagli 1.

Inoltre, potrebbe essere utile aggiornare le analisi isotopiche effettuate a suo tempo dall'Aquater.

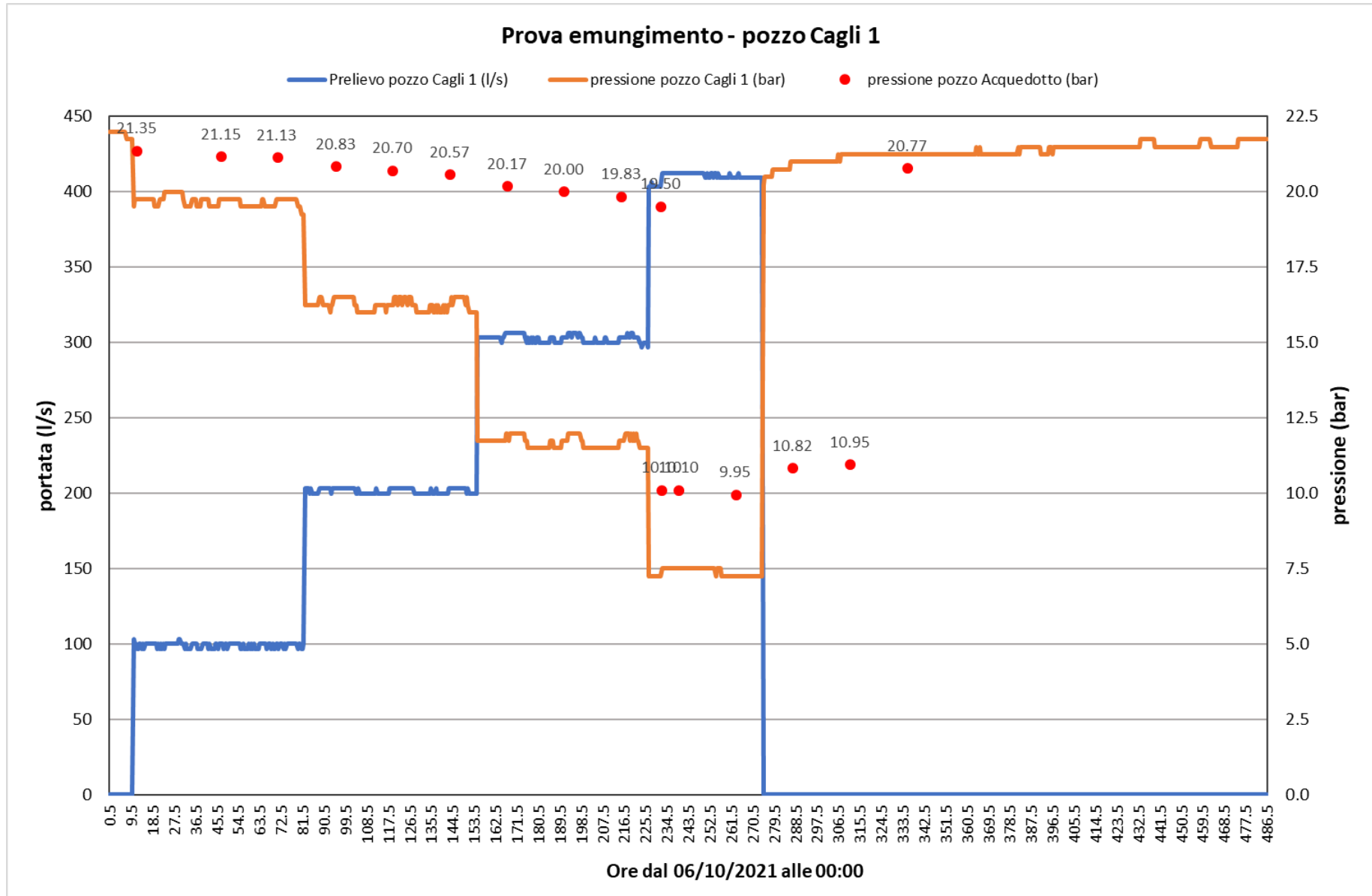


Figura 1



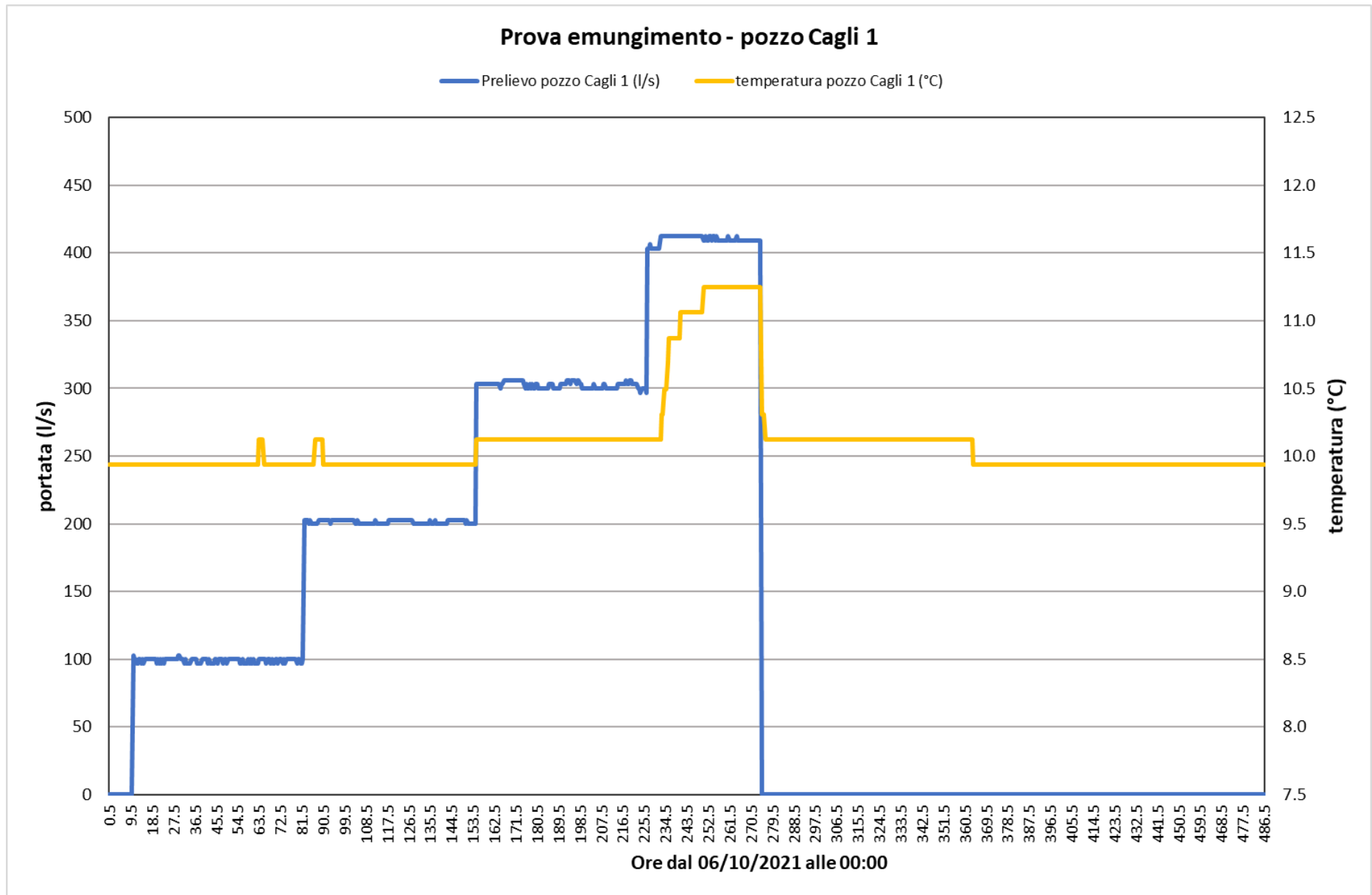


Figura 2

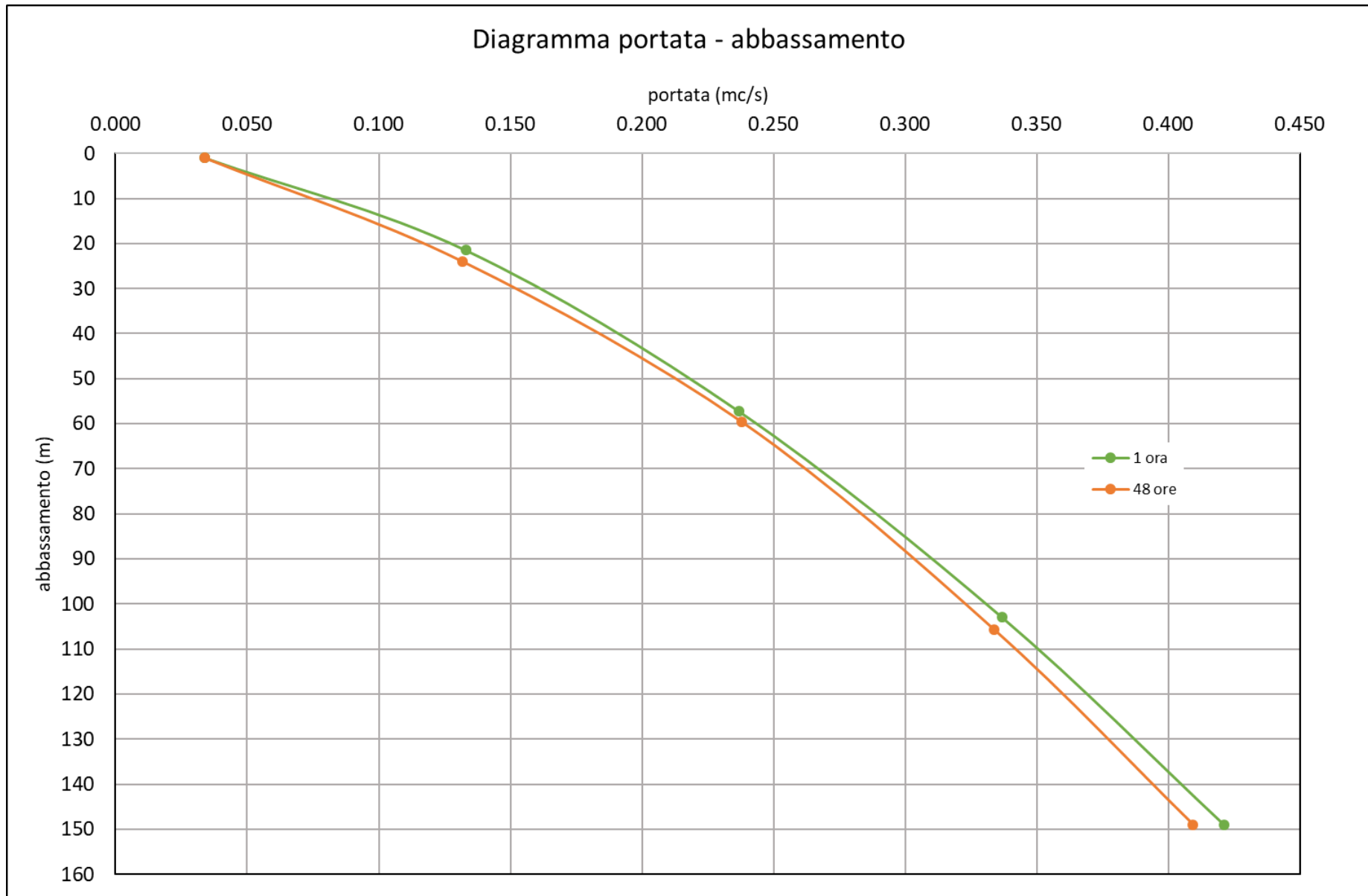


Figura 3

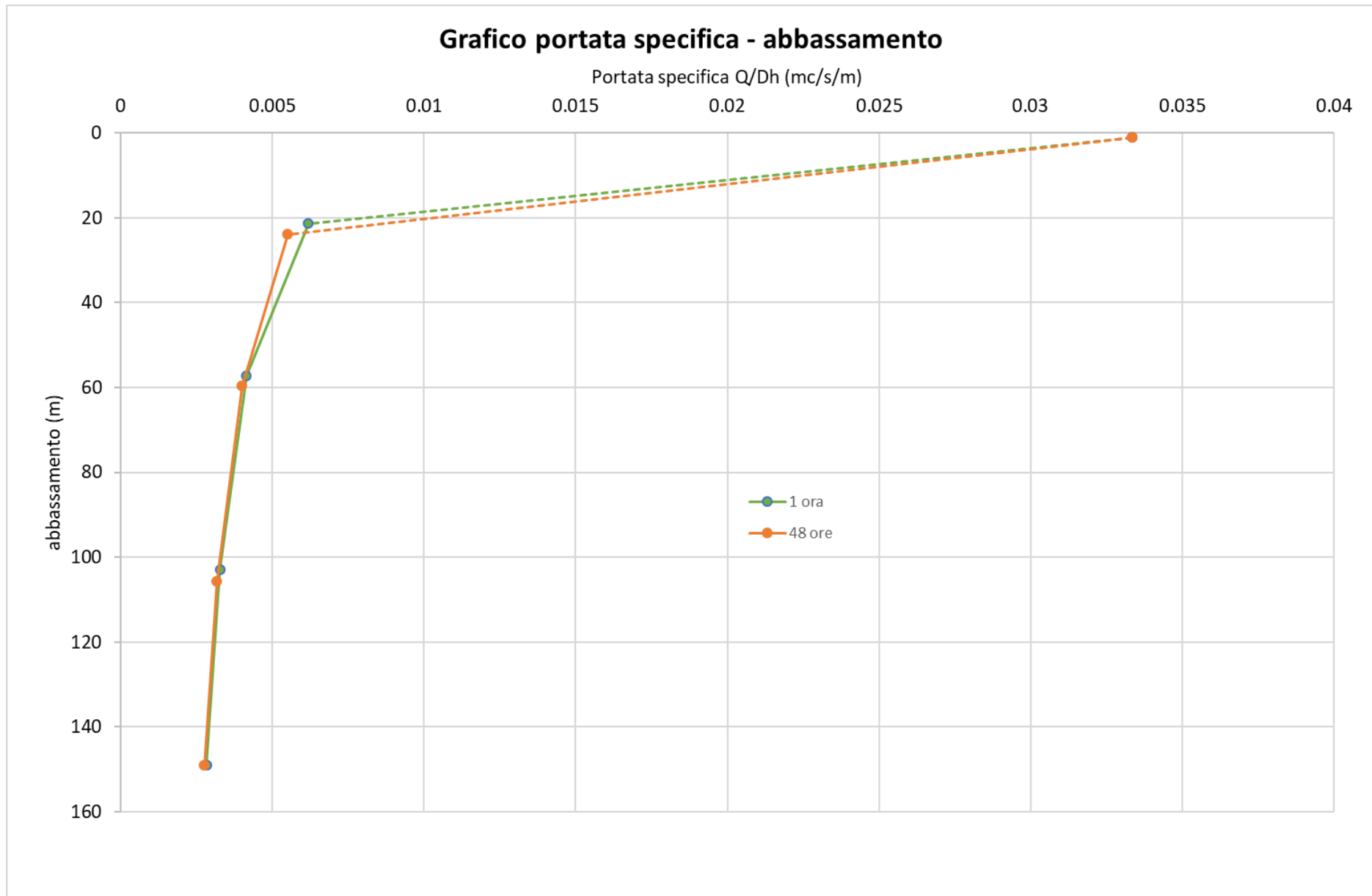


Figura 4

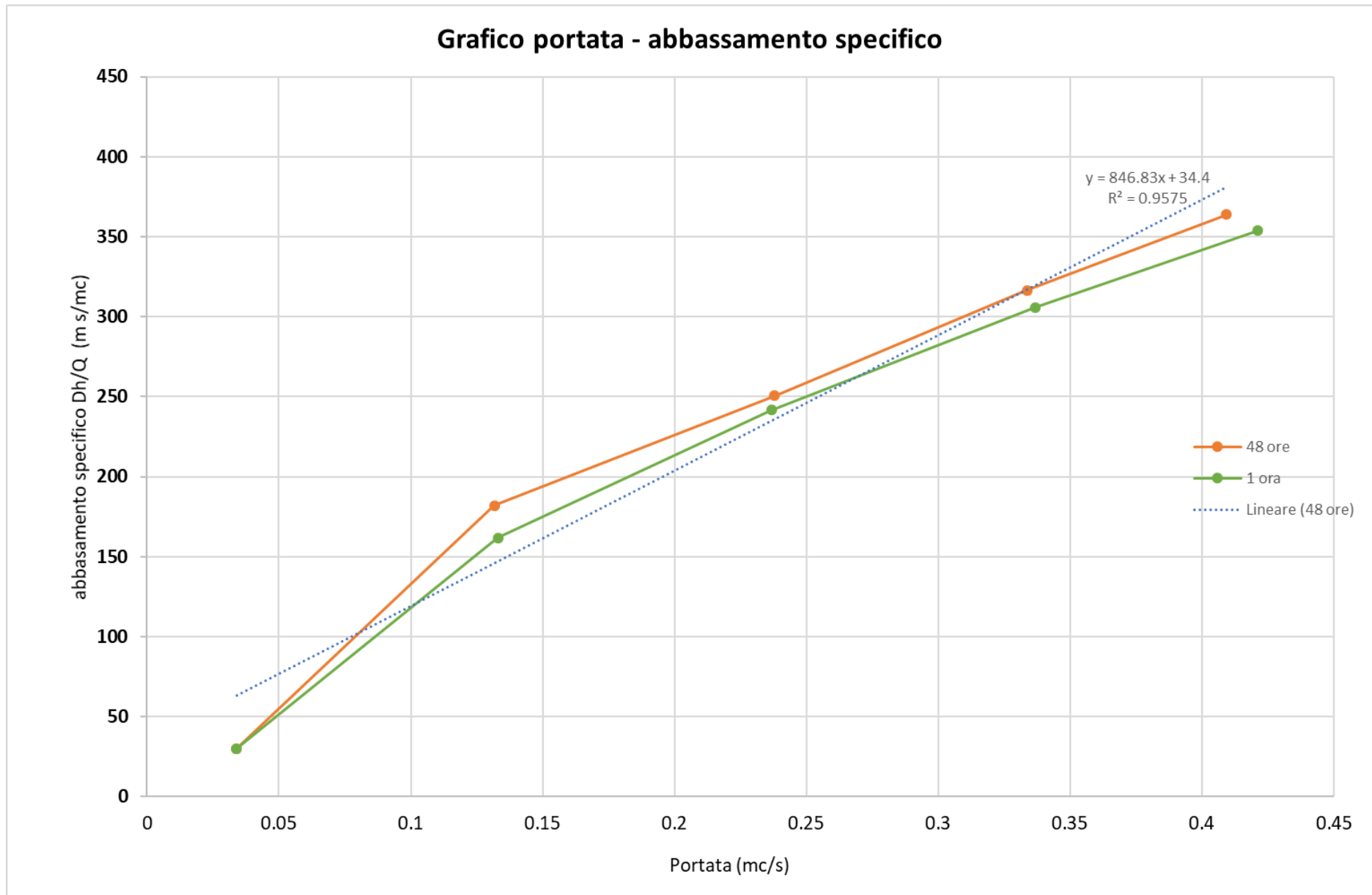


Figura 5

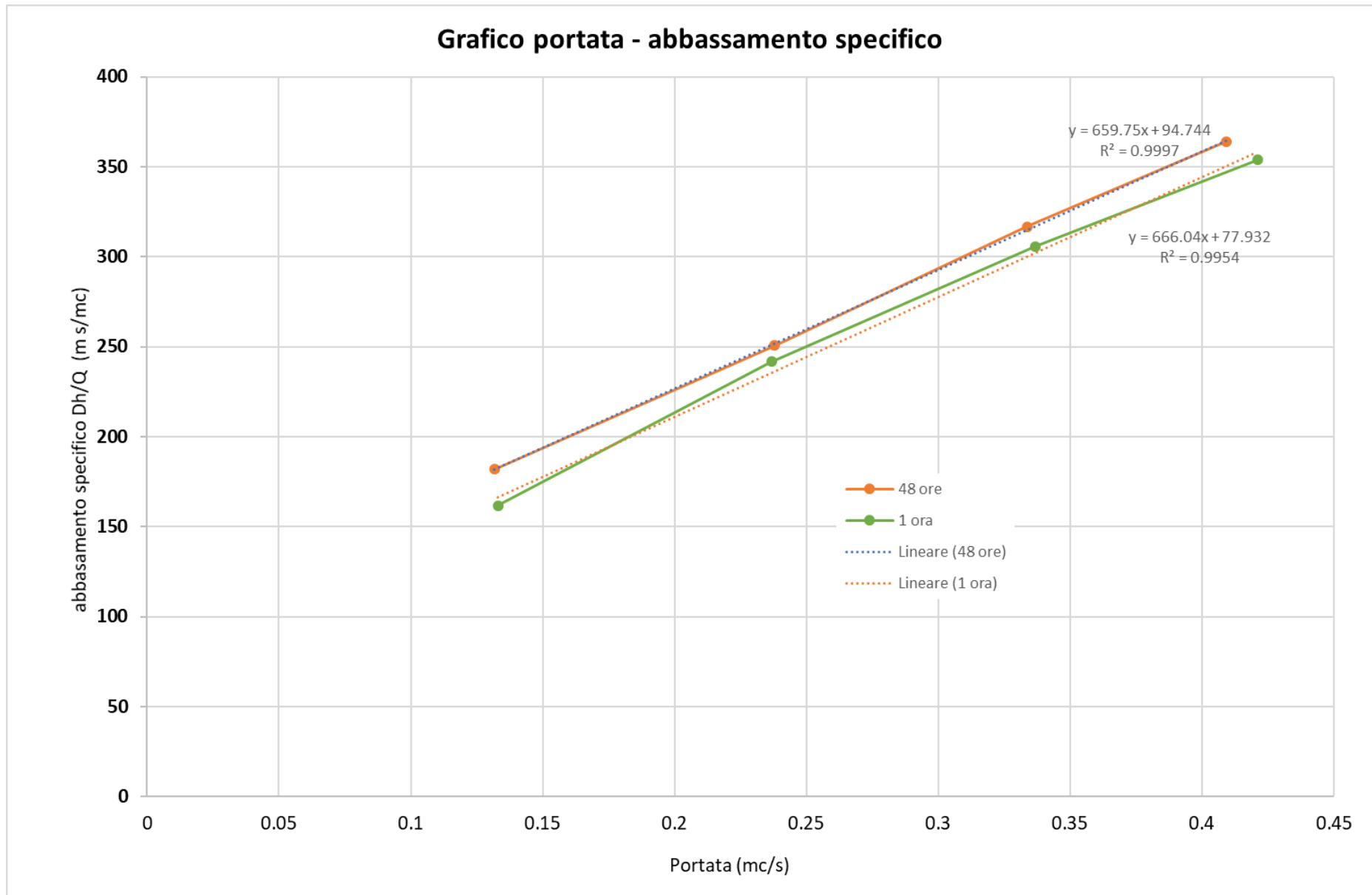


Figura 6

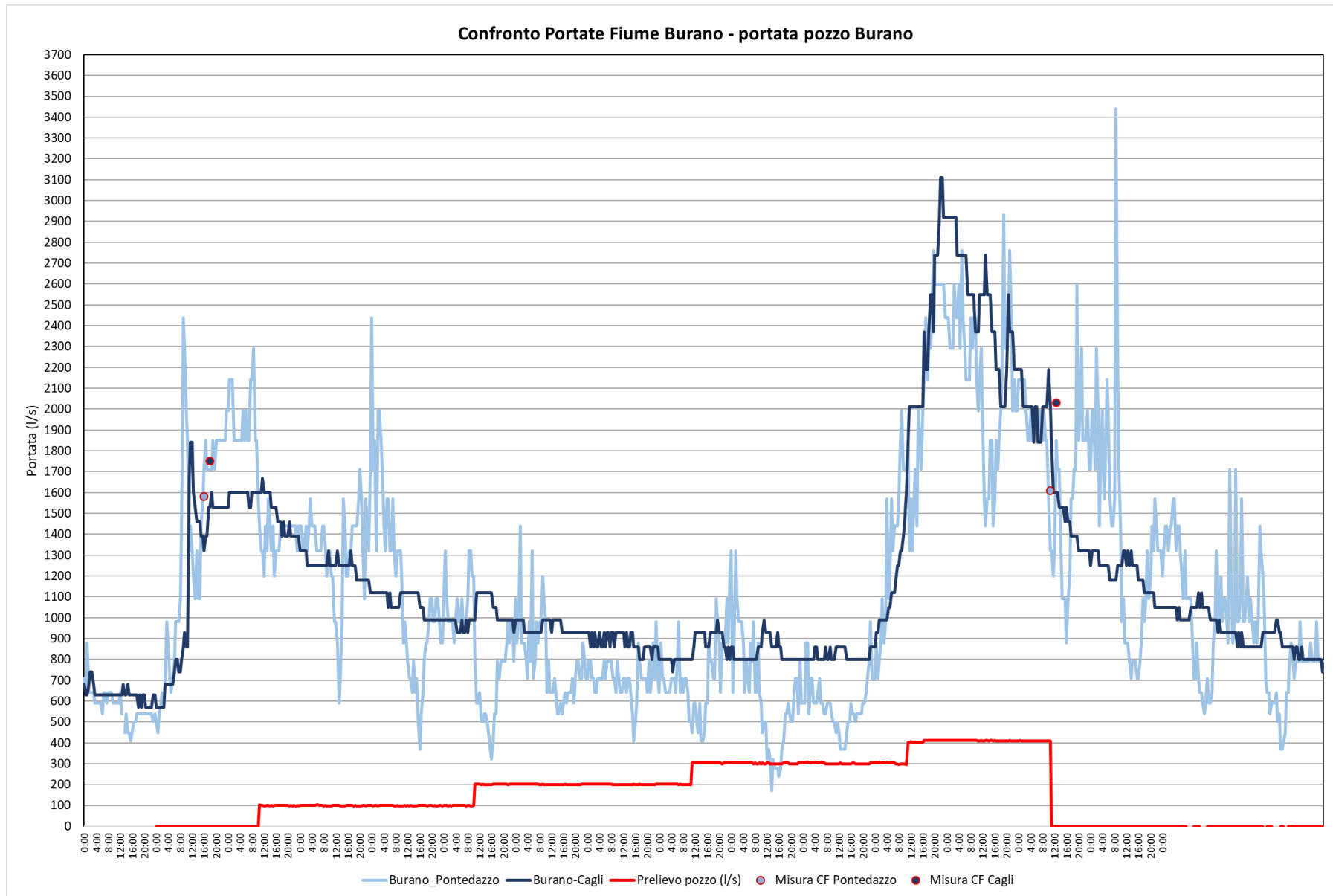


Figura 7

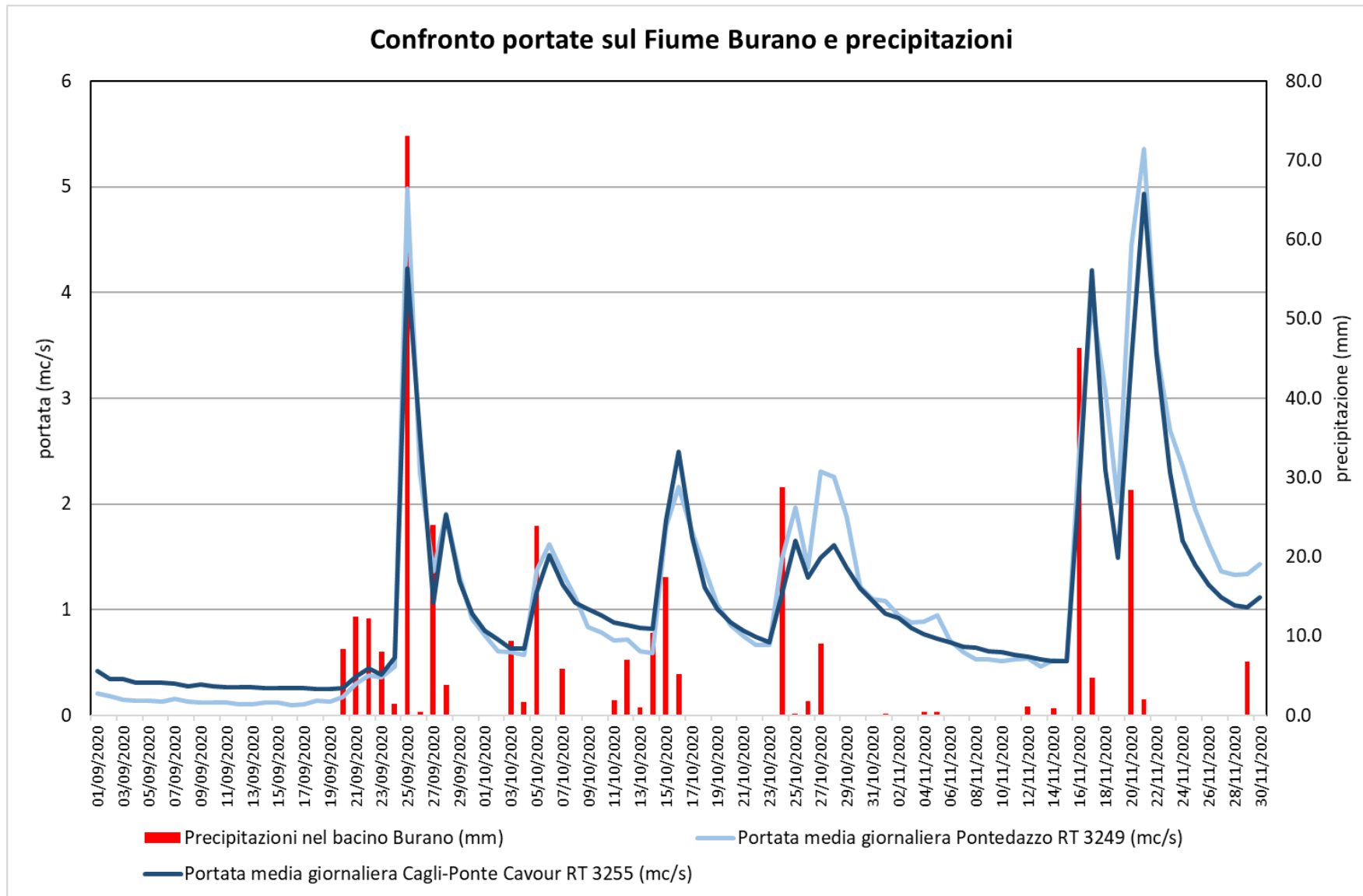


Figura 8

### Confronto portate sul Fiume Burano, prelievo dal pozzo e precipitazioni

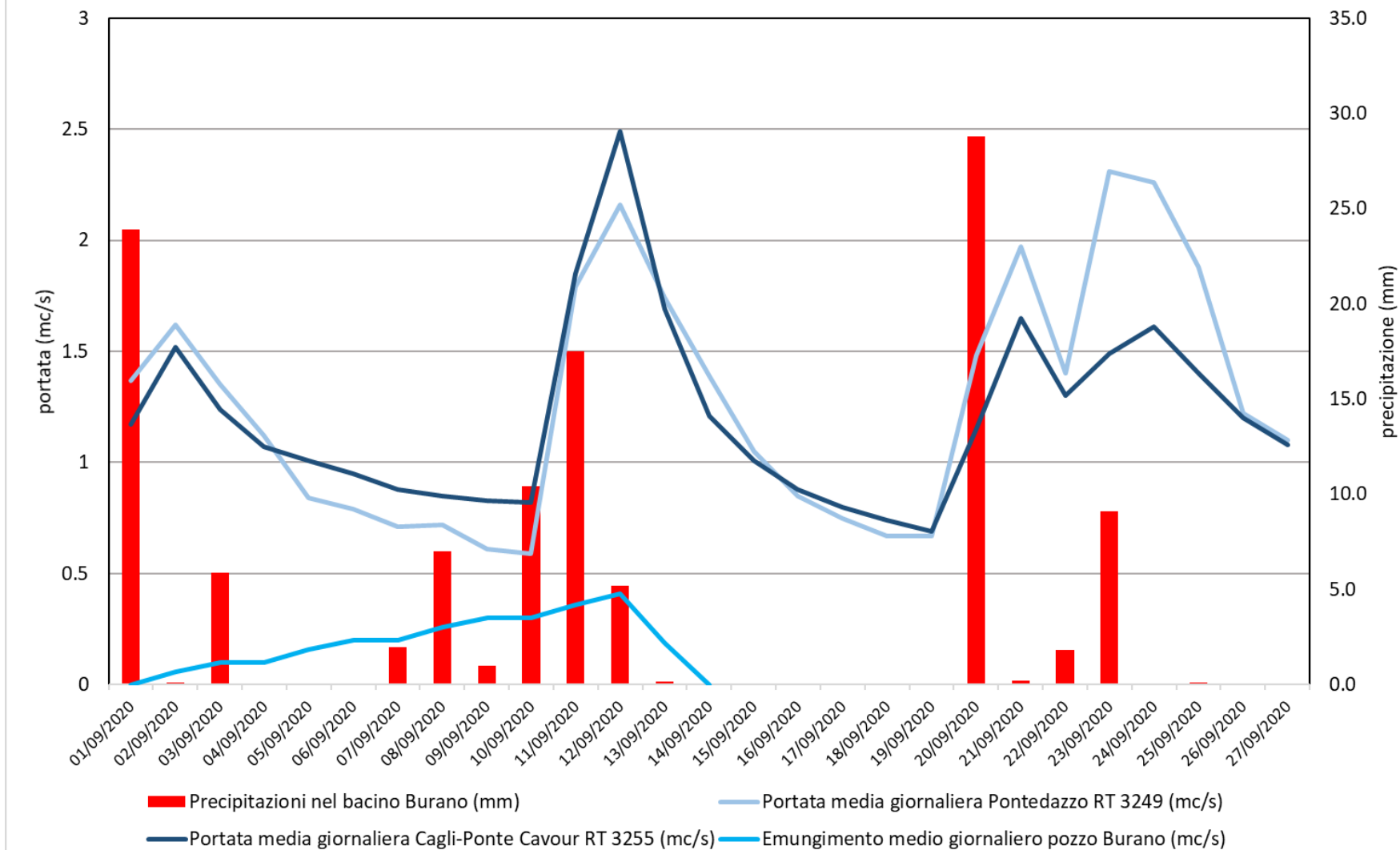


Figura 9



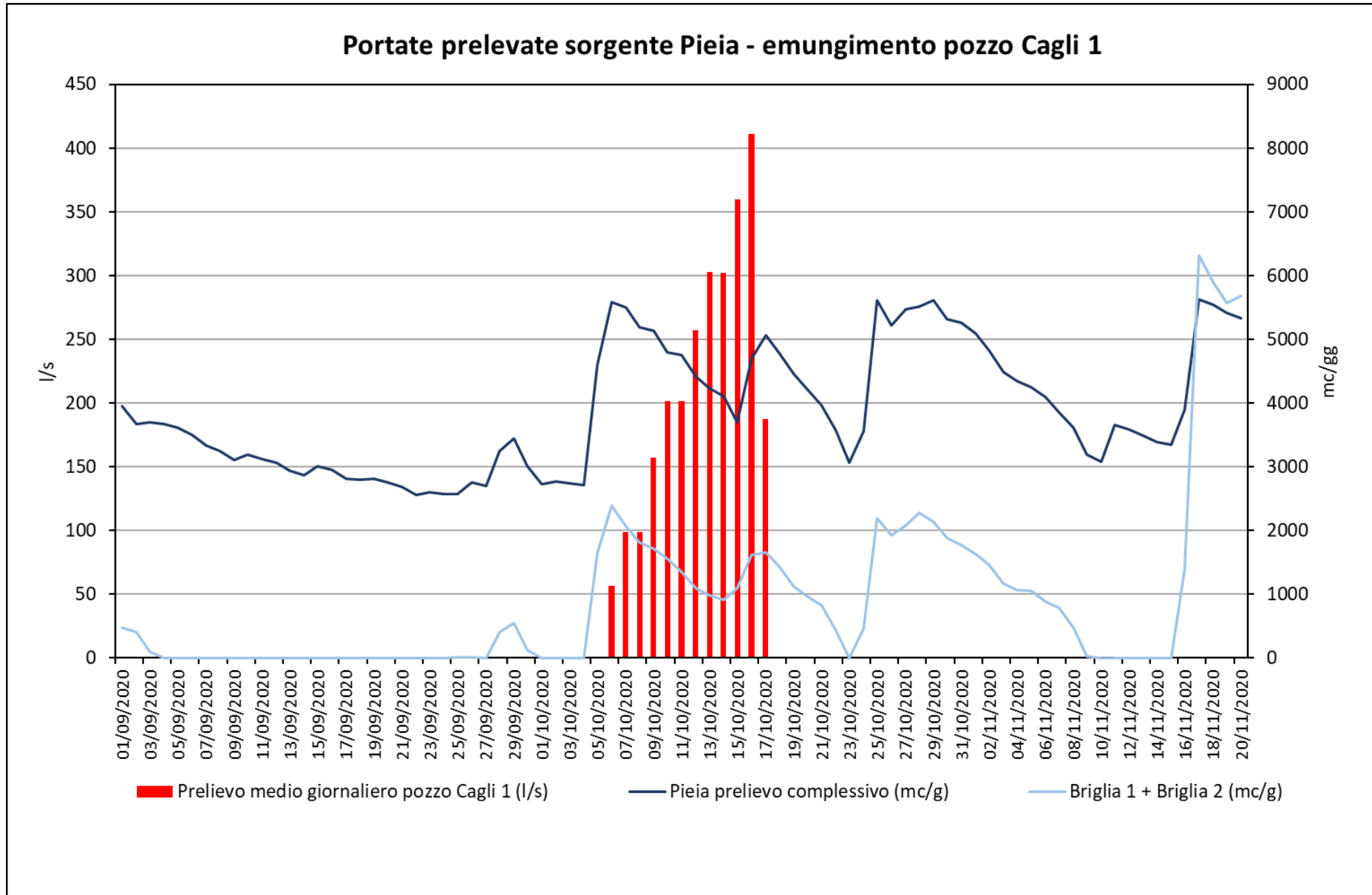


Figura 10

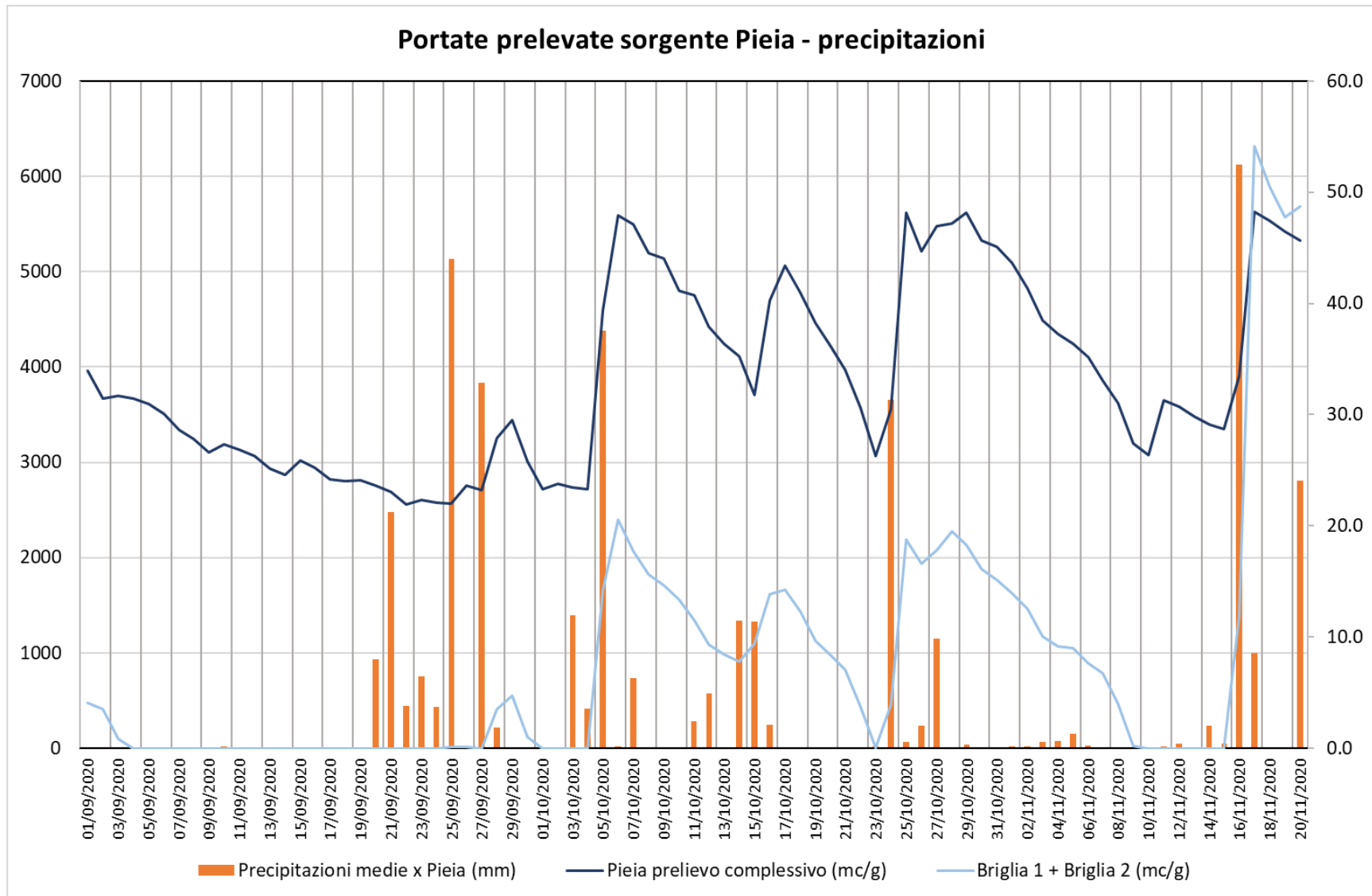


Figura 11