

COMMITTENTE:



## DIGA DI SAN GIOVANNI CORRENTE



**Relazione di sintesi sulle misure piezometriche**

**III Fase**

Ottobre 2021

Il Direttore Tecnico





## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MISURE PIEZOMETRICHE .....</b>	<b>4</b>
2.1	Breve cronistoria sulla strumentazione installata.....	4
2.2	Analisi delle misure piezometriche .....	10
2.2.1	Osservazioni della Direzione Generale Dighe.....	16

## 1 PREMESSE

La diga di Santa Giovanni Corrente (SA) è stata strumentata per acquisire dati sperimentali sull'evoluzione del comportamento idraulico dell'opera, mediante piezometri a tubo aperto e Casagrande che consentono rispettivamente la misura dei livelli di falda e delle pressioni interstiziali.

Nel seguito si esaminano le misure piezometriche cercando di mettere in evidenza i dati sperimentali più significativi e rilevanti, ai fini delle simulazioni numeriche da effettuare.

I documenti di riferimento utilizzati per la stesura della seguente relazione e citati all'interno dei successivi capitoli sono i seguenti:

Rif[1]. Foglio Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione (FCEM, 1999);

Rif[2]. Diga di San Giovanni Corrente – Relazione interpretativa dei moti di filtrazione con una rivalutazione delle condizioni di sicurezza e confronto con i valori assunti in progetto a firma di Ing. Giovanni La Barbera (Agropoli, 13/11/2016);

Rif[3]. Diga di San Giovanni Corrente in comune di Ceraso (SA), cod.854-B – Relazione tecnica interpretativa dei moti di filtrazione nel corpo diga e nei terreni di fondazione – Relazione Istruttoria – Ministero Infrastrutture e dei Trasporti, Ufficio Tecnico per le dighe di Napoli (Marzo 2017);

Rif[4]. Consorzio di bonifica “Velia” del bacino dell'Alento (Salerno) – Analisi del regime dei livelli piezometrici e dei moti di filtrazione della diga San Giovanni Corrente (ceraso, Salerno) – Consulenza Scientifica a firma del prof. geol. Pantaleone De Vita (Aprile 2021).

Rif[5]. Diga di San Giovanni Corrente (Cod. 854 - B) in comune di Ceraso (SA). Elaborato “Analisi del regime dei livelli piezometrici e dei moti di filtrazione – Aprile 2021” Proposta sostituzione/integrazione strumentazione piezometrica e richiesta ripristino quota di invaso autorizzata +221,00 m s.m – m\_inf.digheidrel.registro ufficiale.u.0009110.03-05-2021.

## 2 MISURE PIEZOMETRICHE

### 2.1 Breve cronistoria sulla strumentazione installata

Per la misura delle pressioni interstiziali, come si evince dal Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione (FCEM, 1999), approvato con nota n.5567 del 20/07/1999 e sottoscritto in data 19/11/1999, furono installati 5 piezometri la cui ubicazione è mostrata in [Figura 2.1](#); in dettaglio:

- n. 4 piezometri sullo sbarramento, di cui 3 a tubo aperto (P2 sul coronamento in corrispondenza della sezione maestra, P3 sul coronamento in prossimità della spalla destra e P4 sul paramento di valle in corrispondenza della sezione maestra, allineato con il P2) e 1 di tipo Casagrande (P2bis sul coronamento in zona centrale; attualmente dismesso);
- n. 1 piezometro del tipo tubo aperto P6 (non funzionante dal 2003) ubicato in sponda destra a monte dello sbarramento.

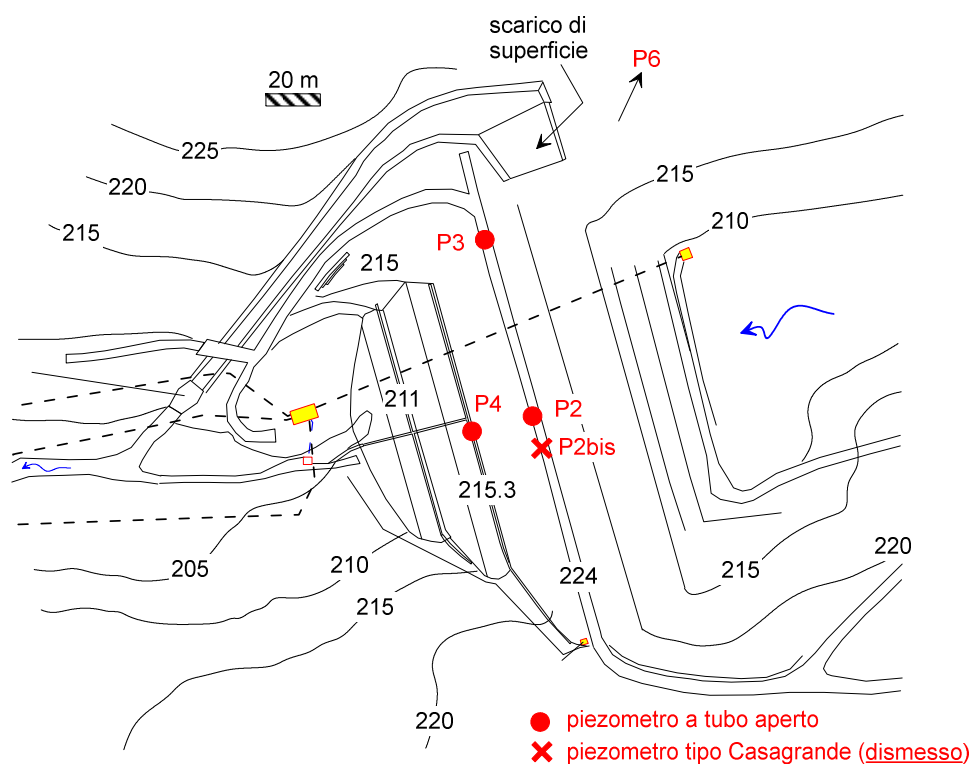


Figura 2.1 – Ubicazione della strumentazione piezometrica (da FCEM, 1999)

In [Tabella 2.1](#) sono riportate le quote fondo foro, le quote testa tubo, la lunghezza dello strumento e l'ubicazione della cella di misura.

Tabella 2.1 – Caratteristiche dei piezometri a tubo aperto (1999)

Piezometro a tubo aperto	Quota fondo foro (m s.l.m.)	Quota testa tubo (m s.l.m.)	Lunghezza piezometro	Ubicazione cella
P2	215.96	224.13	8.17	Corpo diga
P3	220.09	224.13	4.04	Corpo diga*
P4	193.09	215.89	22.80	Fondazione

\* originariamente in fondazione

È opportuno osservare che lo strumento P3, apparentemente molto corto, a partire dall'anno 2000 ha registrato delle anomalie a causa dell'ostruzione verificatesi a quota 220.00 m s.l.m. Infatti, sulla base delle informazioni disponibili è stato constatato che nella sua configurazione originaria raggiungesse la formazione di base. Lo strumento P4, invece, segnalava, per un errato condizionamento dello strumento, incrementi dei livelli piezometrici non correlati con le oscillazioni del livello di invaso bensì con le piogge.

Pertanto, al fine di approfondire il controllo del regime idraulico all'interno del corpo diga, nei terreni di fondazione e in corrispondenza delle spalle, nel 2002 fu prevista una campagna indagine per l'installazione di 3 nuovi piezometri a tubo aperto (Figura 2.2); in particolare:

- n. 1 piezometro (P1B) posto sul coronamento, in prossimità della spalla sinistra; è ubicato nei terreni di fondazione;
- n. 1 piezometro (P2B) posto sul coronamento, nelle immediate vicinanze della sezione di massima altezza della diga; è ubicato nel corpo diga;
- n. 1 piezometro (P5B) posto sulla prima berma, pressoché allineato trasversalmente al P1B; è ubicato nei terreni di fondazione.

In Tabella 2.2 sono riportate le quote dei tratti drenanti, le quote testa tubo, la lunghezza dello strumento e l'ubicazione della cella di misura.

Tabella 2.2 – Caratteristiche dei piezometri a tubo aperto (2002)

Piezometro a tubo aperto	Quota inferiore tratto drenante (m s.l.m.)	Quota superiore tratto drenante (m s.l.m.)	Quota testa tubo (m s.l.m.)	Lunghezza piezometro	Ubicazione cella
P1B	198.44	209.44	223.94	25.50	Fondazione
P2B	206.98	217.98	223.98	17.00	Corpo diga
P5B	194.41	205.91	212.91	18.00	Fondazione

È opportuno sottolineare che la quota testa tubo del piezometro P5B è stata poi opportunamente alzata in occasione della costruzione della banchina di rinforzo al piede di valle della diga, risultando attualmente pari a 215.88 m s.l.m.

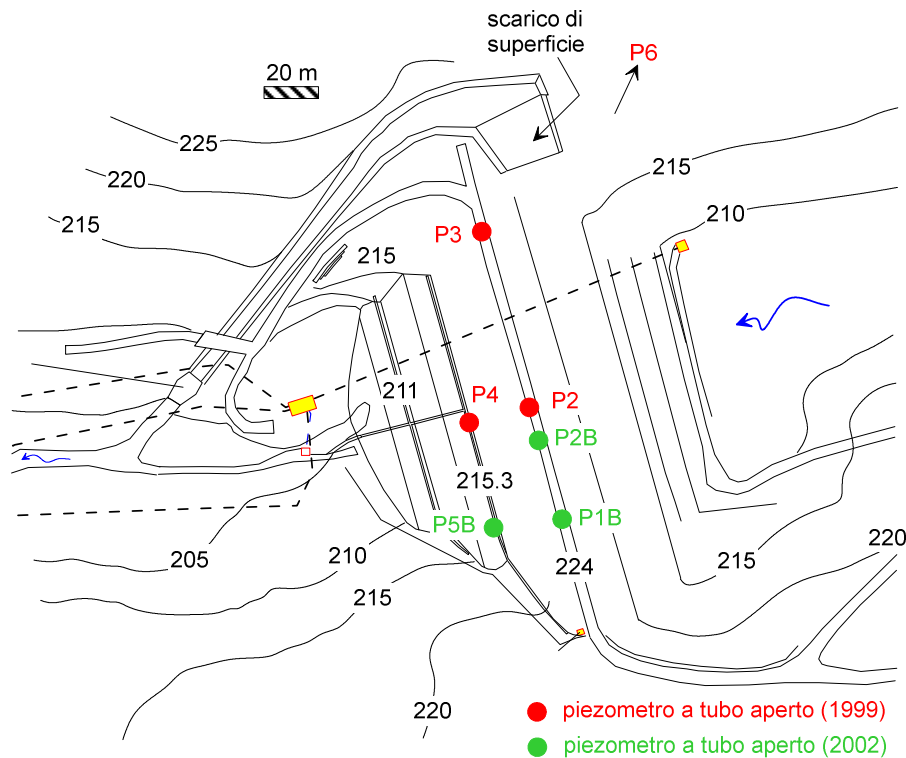


Figura 2.2 – Ubicazione della strumentazione piezometrica nell'anno 2002

Nel 2003, la strumentazione piezometrica è stata ulteriormente integrata con l'installazione di un piezometro di tipo Casagrande; in dettaglio:

- n. 1 piezometro (P2C) posto sul coronamento, in prossimità della zona centrale della diga, alla destra della sezione di massima altezza; è ubicato nei terreni di fondazione.

In Figura 2.3 è riportata l'ubicazione della strumentazione mentre in Tabella 2.3 è riportata la quota della cella, la quota testa tubo, la lunghezza dello strumento e la relativa ubicazione.

Tabella 2.3 – Caratteristiche della cella di Casagrande (2003)

Piezometro Casagrande	Quota cella (m s.l.m.)	Quota testa tubo (m s.l.m.)	Lunghezza piezometro	Ubicazione cella
P2C	201.78	224.13	22.35	Fondazione

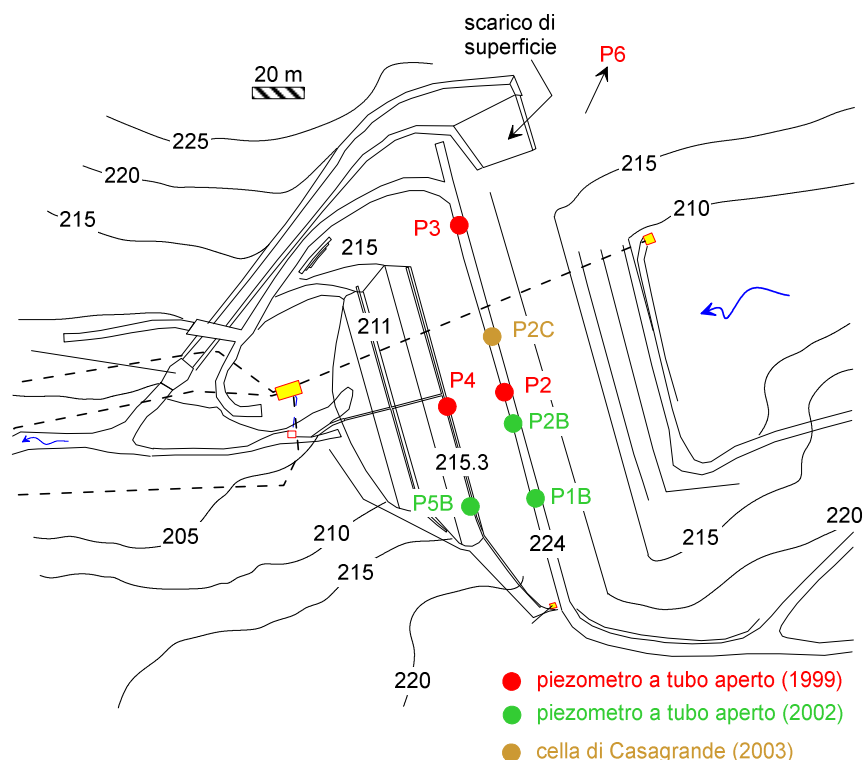


Figura 2.3 – Ubicazione della strumentazione piezometrica nell'anno 2003

L'Ente concessionario al fine di giustificare le anomalie progressivamente verificatesi nel tempo che hanno condizionato la corretta interpretazione delle misure piezometriche nel corso degli invasi sperimentali, nel 2011 decise di installare altri 4 piezometri tipo Casagrande (Figura 2.4), ritenuti più idonei per i terreni di fondazione.

In particolare, tutta la nuova strumentazione è stata installata nei terreni di fondazione, secondo lo schema seguente:

- n. 3 piezometri denominati P5A, P4A e P2C2, ubicati sulla seconda berma, procedendo da sinistra verso destra;
- n. 1 piezometro denominato P2C1, ubicato sulla prima berma in allineamento con gli strumenti P2C (posto sul coronamento) e P2C2 (posto sulla seconda banchina).



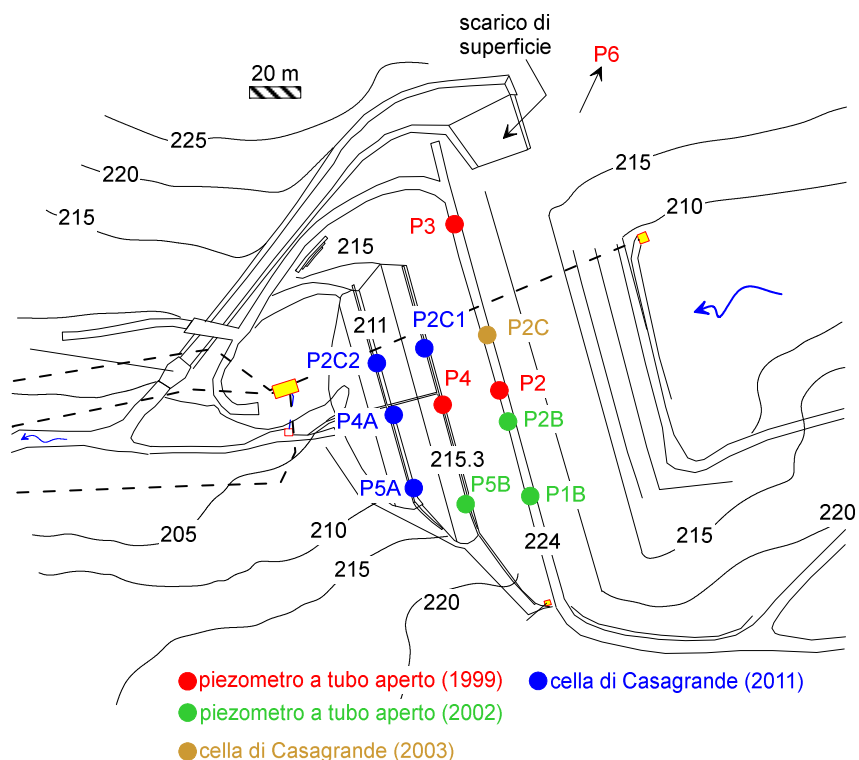


Figura 2.4 – Ubicazione della strumentazione piezometrica nell'anno 2011

In Tabella 2.3 sono sintetizzate le principali caratteristiche dei piezometri installati.

Tabella 2.3 – Caratteristiche delle celle di Casagrande (2011)

Piezometro Casagrande	Quota cella (m s.l.m.)	Quota testa tubo (m s.l.m.)	Lunghezza piezometro	Ubicazione cella
P4A	203.26	211.18	7.92	Fondazione
P5A	201.78	211.18	9.40	Fondazione
P2C2	203.48	211.27	7.79	Fondazione
P2C1	202.51	215.15	12.64	Fondazione

Nel 2021, con l'obiettivo di chiarire definitivamente le cause di alcune anomalie riscontrate nelle serie storiche di alcuni piezometri a tubo aperto, apparentemente non spiegabili sulla base delle tipiche correlazioni attese, ma ascrivibili principalmente all'inadeguatezza della suddetta tipologia di piezometri in rapporto alle caratteristiche di permeabilità del rilevato nonché all'esistenza di difetti costruttivi, sono state installate n.12 celle Casagrande (Figura 2.5), sia nel corpo diga sia nei terreni di fondazione. In Tabella 2.4 sono riportate le profondità di installazione dei piezometri e l'ubicazione orientativa della cella di misura.

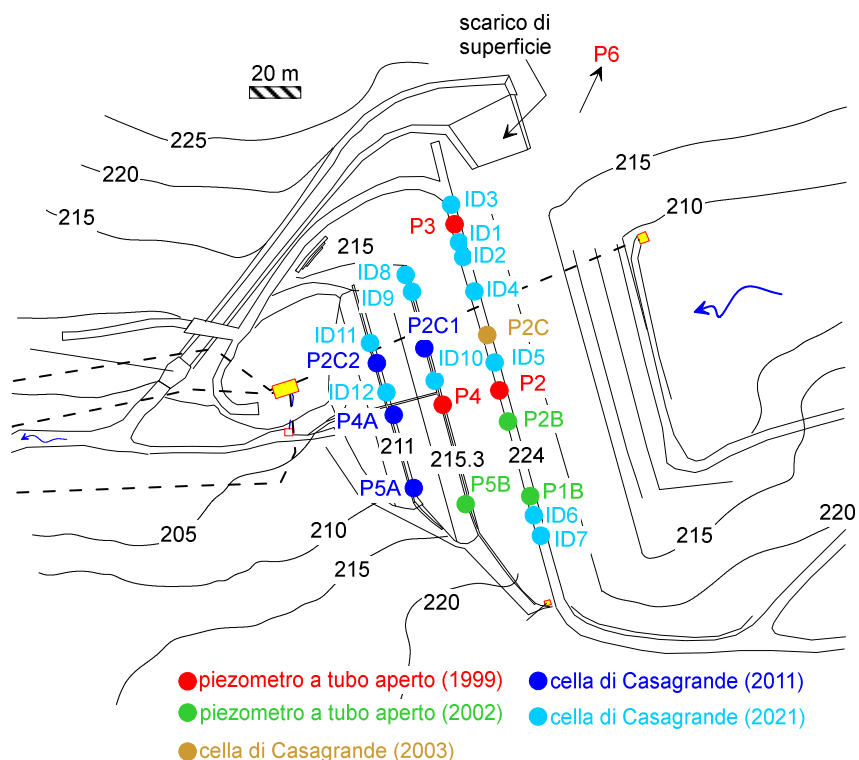


Figura 2.5 – Ubicazione della strumentazione piezometrica nell’anno 2021 ed attualmente installata

Tabella 2.4 – Caratteristiche delle celle di Casagrande (2021)

Sondaggio	Profondità (m)	Prof. cella (m)	Ubicazione cella
ID1	12.00	11.70	Fondazione
ID2	7.00	6.70	Corpo diga
ID3	20.00	19.70	Fondazione
ID4	18.70	17.70	Corpo diga
ID5	17.00	16.70	Corpo diga
ID6	20.00	19.50	Fondazione
ID7	12.00	11.70	Fondazione
ID8	9.00	8.70	Fondazione
ID9	13.00	12.70	Fondazione
ID10	9.00	8.70	Fondazione
ID11	6.00	5.70	Fondazione
ID12	5.00	4.70	Fondazione

In sintesi, lo sbarramento risulta essere strumentato da n.24 piezometri, di cui n.7 a tubo aperto e n.17 di tipo Casagrande. Un quadro riepilogativo della strumentazione piezometrica attualmente installata è mostrato in Tabella 2.5.

Tabella 2.5 – Strumentazione piezometrica attualmente installata (non è riportato il piezometro a tubo aperto P6 in quanto ubicato in sponda destra a monte dello sbarramento)

Anno	Sondaggio/ piezometro	Tipologia piezometro	Ubicazione cella
Ante 1999	<b>P2</b>	<b>Tubo aperto</b>	<b>Corpo diga</b>
	<b>P3</b>	<b>Tubo aperto</b>	<b>Corpo diga</b>
	P4	Tubo aperto	Fondazione
2002	P1B	Tubo aperto	Fondazione
	<b>P2B</b>	<b>Tubo aperto</b>	<b>Corpo diga</b>
	P5B	Tubo aperto	Fondazione
2003	P2C	Casagrande	Fondazione
2011	P4A	Casagrande	Fondazione
	P5A	Casagrande	Fondazione
	P2C2	Casagrande	Fondazione
	P2C1	Casagrande	Fondazione
2021	ID1	Casagrande	Fondazione
	<b>ID2</b>	<b>Casagrande</b>	<b>Corpo diga</b>
	ID3	Casagrande	Fondazione
	<b>ID4</b>	<b>Casagrande</b>	<b>Corpo diga/Fondazione</b>
	<b>ID5</b>	<b>Casagrande</b>	<b>Corpo diga</b>
	ID6	Casagrande	Fondazione
	ID7	Casagrande	<b>Corpo diga</b>
	ID8	Casagrande	Fondazione
	ID9	Casagrande	Fondazione
	ID10	Casagrande	<b>Corpo diga/Fondazione</b>
	ID11	Casagrande	Fondazione
	ID12	Casagrande	<b>Corpo diga/Fondazione</b>

## 2.2 Analisi delle misure piezometriche

Nel presente paragrafo sono riportate le serie storiche delle misure piezometriche dal 1990 al 2020, con particolare riferimento i piezometri posti nella sezione di massima altezza della diga.

È opportuno osservare che per un'analisi completa dei moti di filtrazione nel corpo diga e nei terreni di fondazione si rimanda ai diversi studi effettuati dal 2016 ad oggi e alle relative istruttorie della Direzione Generale Dighe (nel seguito DGD) (Rif [2], Rif[3] e Rif[4]).

Gli strumenti utili per ricostruire l'andamento del regime piezometrico, nella sezione di massima altezza, sono due all'interno del corpo diga (P2 e P2B, a tubo aperto) e quattro nei terreni di fondazione (P2C – P4A – P2C2 e P2C1, tipo Casagrande). Il piezometro a tubo aperto P4, ubicato sul paramento di valle, non è stato considerato data le incertezze sull'attendibilità dei dati sperimentali (Rif[3]).

### Corpo diga

Prima di esaminare le misure piezometriche è opportuno evidenziare che l'attendibilità e la correttezza dei dati forniti dai piezometri a tubo aperto, va strettamente correlata con la natura dei materiali

costituenti il corpo diga; tali piezometri non dovrebbero risentire in maniera sensibile o comunque con eccessiva prontezza delle rapide oscillazioni del livello di invaso, se non nelle zone prossime al paramento di monte.

Per ricostruire l'andamento della piezometrica all'interno del corpo diga, sono state esaminate le misure relative ai due piezometri a tubo aperto P2 e P2B, entrambi ubicati sul coronamento in prossimità della sezione di massima altezza della diga, a distanza di circa 6 m l'uno dall'altro (Figura 2.6). Le serie storiche analizzate sono relative al periodo 1990-2020.

In primo luogo, è possibile osservare che l'andamento dei livelli misurati dai due piezometri risultano qualitativamente sovrapponibili, con valori assoluti delle quote piezometriche superiori nello strumento P2 rispetto al P2B; quest'ultimo, inoltre, mostra delle oscillazioni di livello più contenute.

Generalmente, fino al 2011, i valori massimi annuali delle quote piezometriche misurate sono risultati inferiori rispetto ai corrispondenti massimi annuali dei livelli di invaso; inoltre, non sembrano evidenziare correlazioni con il livello di invaso nel serbatoio. Analogo comportamento si riscontra nel periodo 2012-2020, dove il livello di invaso è stato limitato alla quota 212.50 m s.l.m.

Le possibili cause di questa anomalia di comportamento, secondo la DGD (Rif[3]), erano presumibilmente correlate *“[...] all'esistenza di una falda naturale capace di influenzare in qualche misura il regime piezometrico nel rilevato almeno per la parte di esso compresa tra la sezione maestra e la spalla destra della diga, determinando localmente, in asse coronamento, un certo sovralzso della linea freatica rispetto all'andamento atteso per effetto dei soli flussi di filtrazione provenienti dall'invaso ed ipotizzato in sede di progettazione degli interventi di adeguamento funzionale [...]”*.

Di contro, nello studio più recente del Prof. De Vita (Rif [4]), in accordo anche con il precedente studio dell'Ing. La Barbera (Rif [2]), si conclude che *“[...] l'esame dei dati e risultati acquisiti evidenzia che le registrazioni piezometriche anomale riscontrate nei piezometri a tubo aperto, con livelli superiori a quelli d'invaso, non sono riconducibili ad una circolazione idrica in pressione in orizzonti a maggiore permeabilità. Essi evidenziano anche l'assenza di condizioni favorevoli ad una circolazione idrica sotterranea, interna al corpo diga, proveniente dalla sponda destra, ipotesi altresì considerata dall'UTDNa in uno scenario di valutazione cautelativa. Ciò per l'incompatibilità del profilo piezometrico longitudinale (in asse con il coronamento) e per la molto bassa ed omogenea conducibilità idraulica del corpo diga che non favorirebbe la circolazione idrica sotterranea di provenienza dalla spalla destra [...]”*. Inoltre, si sottolineava l'inefficienza dei piezometri a tubo aperto per i materiali in esame e si suggeriva di sostituire la suddetta strumentazione con piezometri di tipo Casagrande.

In occasione della campagna di indagini integrative del 2021 sono stati installati n.12 piezometri di tipo Casagrande, sia nel corpo diga sia nei terreni di fondazione.

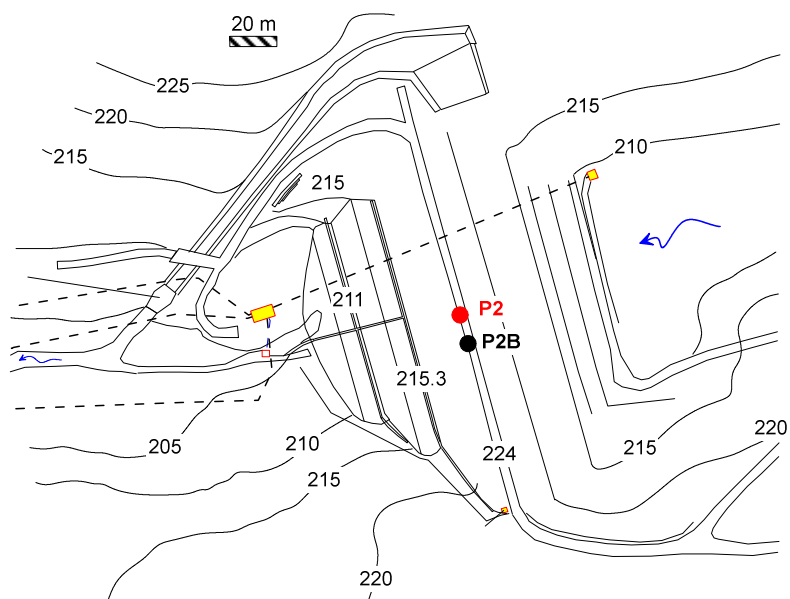
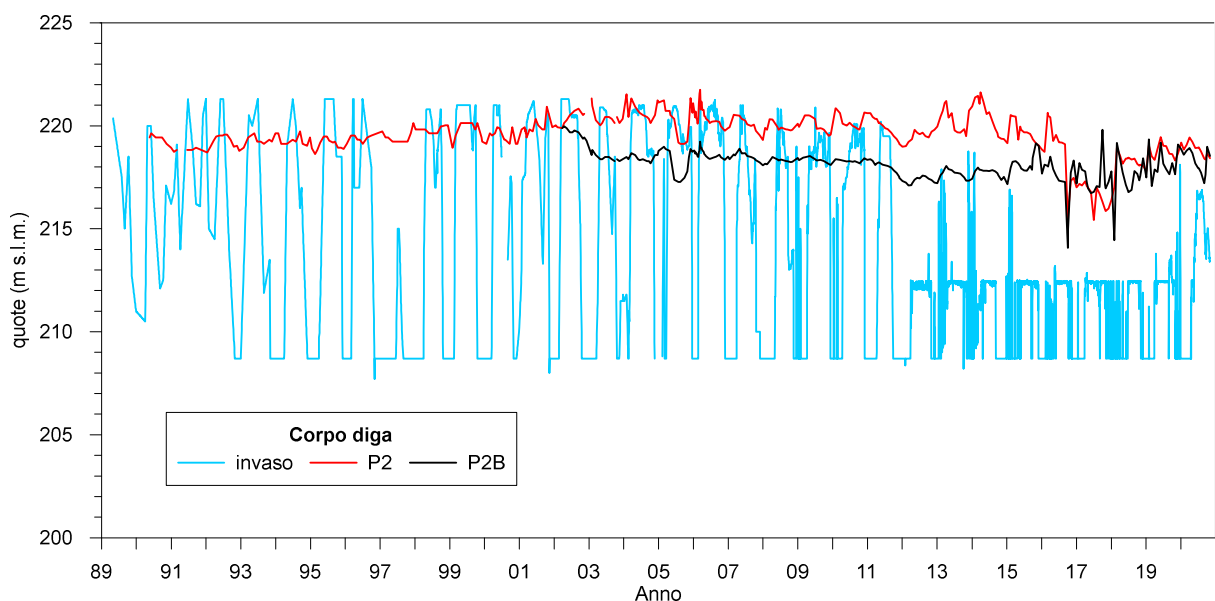


Figura 2.6 – Variazione delle quote piezometriche per gli strumenti installati nel corpo diga

### **Terreni di fondazione**

Strumenti utili alla ricostruzione del regime piezometrico sono P2C, P2C1, P2C2 (tipo Casagrande, allineati lungo la stessa sezione trasversale) e il P4A (tipo Casagrande, posto al piede di valle nella stessa sezione trasversale contenente i piezometri P2 e P4). La suddetta strumentazione risulta essere ubicata in prossimità della sezione di massima altezza della diga e con celle di misura installate tra le quote

201.78 e 203.48 m s.l.m., e quindi, all'interno dei primi 4-5 m di terreno al di sotto del piano di fondazione della diga. In [Figura 2.7](#) sono riportati i diagrammi delle quote piezometriche dal periodo 1990-2020, da cui è possibile osservare che:

- il piezometro P2C, installato nel 2003, mostra generalmente delle variazioni dei livelli piezometrici abbastanza regolari e non correlati con i livelli di invaso nel serbatoio, con valori di quote comprese tra 207.00 e 209.00 m s.l.m. circa; a tali quote corrispondono valori del carico idraulico tra 5 e 8 m di colonna d'acqua, e quindi un livello variabile tra circa 1 e 3 m al di sopra del piano di fondazione del rilevato. Nel periodo compreso tra il 2011 e il 2014, si evidenzia una non chiara caduta della quota piezometrica (circa 1.5 m); successivamente, segue di nuovo il *trend* precedente;
- il piezometro P2C1, ubicato sulla prima banchina posta a quota 215.30 m s.l.m., è stato installato nel 2011; anch'esso presenta, salvo qualche locale anomalia registrata di difficile interpretazione, un andamento regolare e non correlato con le oscillazioni del livello di invaso. I valori delle quote piezometriche risultano poco variabili, comprese tra 205.00 e 206.00 m s.l.m. circa, e comunque inferiori rispetto a quelle registrate dal piezometro P2C; a tali quote corrispondono valori del carico idraulico tra circa 2 e 4 m in colonna d'acqua, inferiori o al più prossime al piano di imposta della diga;
- il piezometro P2C2, ubicato sulla seconda banchina posta a quota 211.00 m s.l.m., è stato anch'esso installato nel 2011. Salvo puntuali cadute di pressione non giustificate (ad esempio nel 2014 e nel 2016), mostra un andamento molto simile allo strumento P2C1, posto lungo lo stesso allineamento;
- il piezometro P4A, ubicato sulla seconda banchina posta a quota 211.00 m s.l.m., è stato anch'esso installato nel 2011. La variazione delle quote piezometriche è del tutto simile a quella del piezometro P2C2, con valori del carico idraulico pari a circa 2 – 3 m in colonna d'acqua, e quindi con quote inferiori o prossime al piano di fondazione.

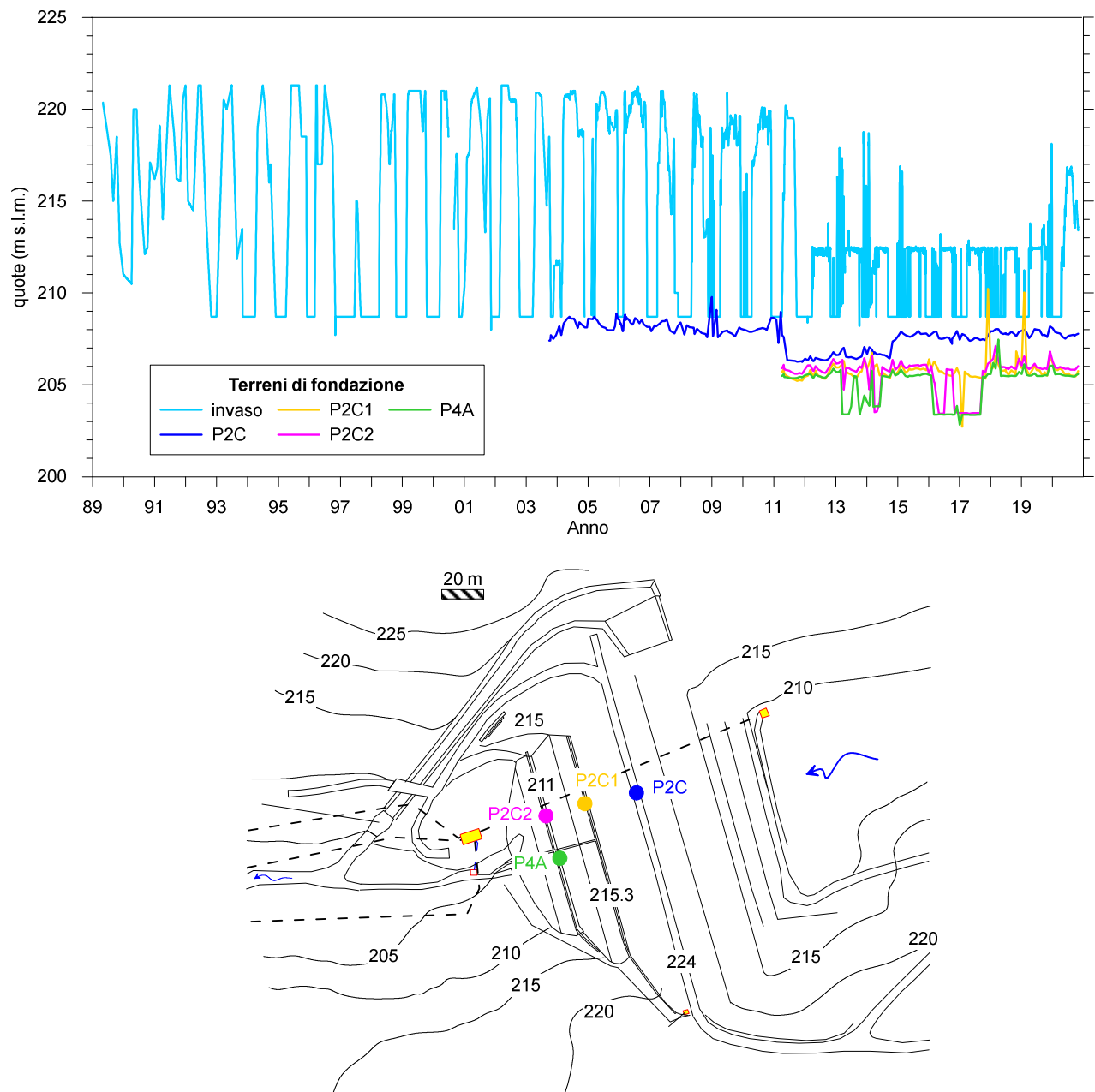


Figura 2.7 – Variazione delle quote piezometriche per gli strumenti installati nel corpo diga

In conclusione, il quadro delle misure piezometriche disponibili risulta a tutt'oggi affetto da incertezze. In Figura 2.8 è riportato il *range* di valori misurati (minimo e massimo) nei piezometri a tubo aperto installati nel corpo diga, in prossimità della sezione di massima altezza, nel periodo 1990-2016. In particolare, si nota che i piezometri posti in corrispondenza del coronamento presentano quote piezometriche abbastanza elevate (mediamente P2=220 m s.l.m. e P2B=218.5 m s.l.m.) e scarsamente correlate con i livelli di invaso del serbatoio. Invece, le misure piezometriche relative agli strumenti

Casagrande installati nei terreni di fondazione, nel periodo 2003-2020 segnalano quote piezometriche variabili tra 205 e 209 m s.l.m., indicative di una superficie piezometrica molto depressa (Figura 2.9). Questo anomalo quadro sperimentale, le cui cause sono a tutt'oggi ancora non completamente chiarite, ha portato alla decisione di installare un congruo numero di piezometri aggiuntivi, nel corpo diga e in fondazione, nell'ambito della campagna integrativa del 2021, le cui misure non sono ancora disponibili.

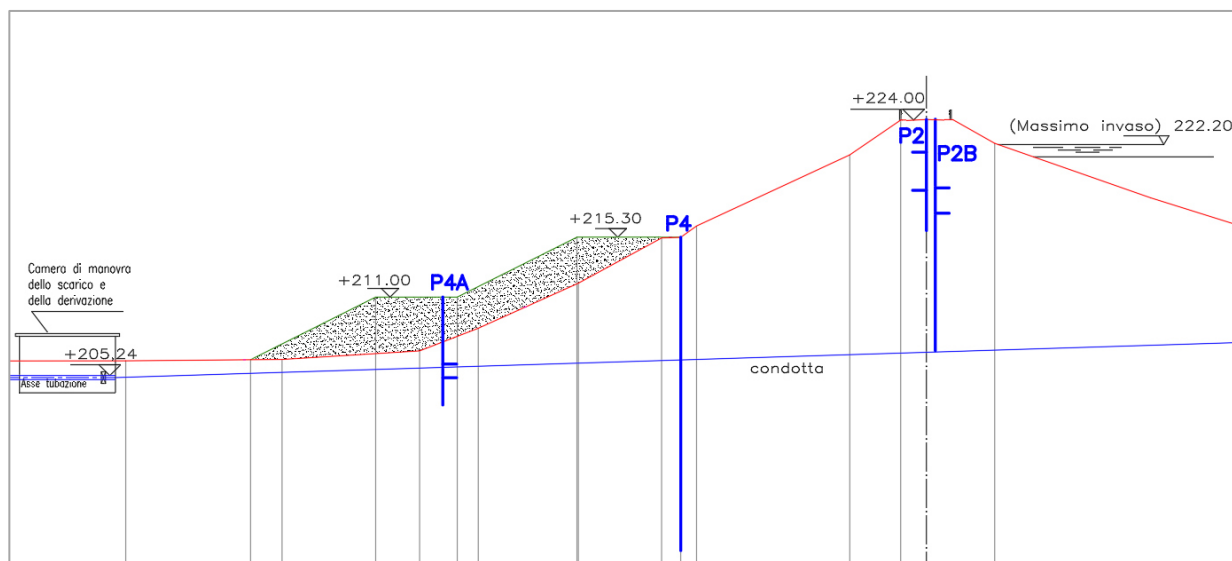


Figura 2.8 – Range di valori misurati (minimo e massimo) nei piezometri a tubo aperto installati nel corpo in prossimità della sezione di massima altezza della diga nel periodo 1990-2016

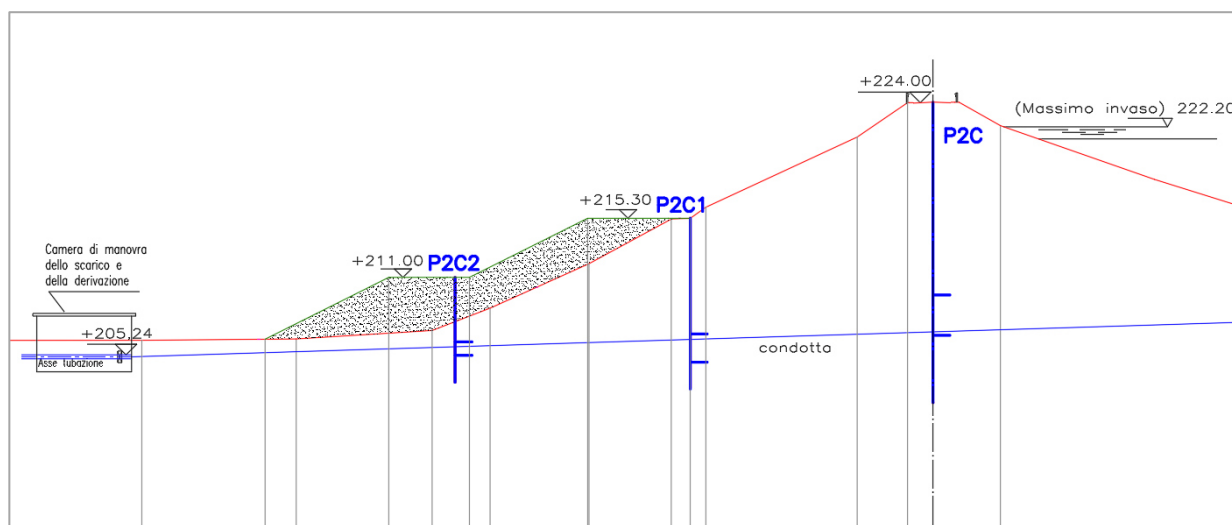


Figura 2.9 – Range di valori misurati (minimo e massimo) nei piezometri Casagrande installati nei terreni di fondazione in prossimità della sezione di massima altezza della diga nel periodo 2003-2020



### 2.2.1 Osservazioni della Direzione Generale Dighe

Le principali osservazioni della DGD (Rif[3]; Rif[5]), a seguito degli studi presentanti dall'Ente (Rif[2]; Rif[4]), sono di seguito sinteticamente riportate.

L'Ente concessionario, con nota n.1817 in data 16/11/2016 assunta al protocollo Ufficio Tecnico per le dighe di Napoli (nel seguito UTDNa) n.25200 del 17/11/2016, ha inviato alla DGD il documento "Relazione Tecnica interpretativa dei moti di filtrazione con una rivalutazione delle condizioni di sicurezza e confronto con i valori assunti in progetto (Rif[2])" in data 13/10/2016 e a firma dell'Ing. G. La Barbera.

Nel Marzo 2017 l'UTDNa, affermava che *"[...] per ricostruire l'andamento della piezometrica all'interno del rilevato e le eventuali correlazioni con le grandezze causa (invaso e precipitazioni), si sono quindi riesaminate le misure relative ai due piezometri a tubo aperto P2 e P2B, entrambi posizionati sul coronamento della diga all'incirca in corrispondenza della sezione di massima altezza [...]. I valori delle quote piezometriche misurate da questi strumenti, non sembrano evidenziare (in accordo con quanto desunto dall'Ente concessionario stesso, si ritiene, per motivazioni diverse) la sussistenza di correlazioni apprezzabili ed univoche con il livello di invaso nel serbatoio, almeno per il tratto compreso tra la sezione maestra e la spalla destra, e ciò per le seguenti considerazioni: [...] esistenza di una falda naturale capace di influenzare in qualche misura il regime piezometrico nel rilevato almeno per la parte di esso compresa tra la sezione maestra e la spalla destra della diga, determinando localmente, in asse coronamento, un certo sovrizzo della linea freatica rispetto all'andamento atteso per effetto dei soli flussi di filtrazione provenienti dall'invaso ed ipotizzato in sede di progettazione degli interventi di adeguamento funzionale [...]"*.

Inoltre, a corroborare la tesi di cui sopra, nella relazione istruttoria si sottolineava che la scarsa affidabilità dei piezometri a tubo aperto per i materiali in esame così come l'esistenza di difetti costruttivi (prospettata dall'Ente) non risultava, allo stato di fatto, *"sufficientemente suffragata da elementi oggettivi"*.

Invece, il quadro emergente dall'analisi dei dati relativi ai piezometri installati nei terreni di fondazione, *"[...] risulta in effetti alquanto tranquillizzante se si osserva che le quote piezometriche misurate appaiono tutte notevolmente depresse rispetto all'andamento della linea di saturazione ipotizzata nell'ambito delle verifiche eseguite in occasione della progettazione degli interventi di "adeguamento funzionale [...]"*. Inoltre, *"[...] non può tuttavia escludersi del tutto che il regime piezometrico misurato nei primi strati della fondazione possa essere diverso, anche solo localmente, rispetto a quello esistente all'interno del rilevato così come ricostruito sulla base dei dati forniti dai piezometri a tubo aperto ivi installati, e ciò proprio in virtù dell'estrema eterogeneità della formazione di imposta e della conseguente variabilità delle sue caratteristiche di permeabilità. [...] Qualora si ipotizzasse l'assoluta impermeabilità della formazione di imposta dello sbarramento, i regimi piezometrici all'interno del rilevato determinati dall'invaso o da apporti ascrivibili*

*al contributo delle falde superficiali e quelli nella fondazione risulterebbero completamente disgiunti tra loro, potendosi verificare il caso estremo di una linea di saturazione poco depressa nel corpo del rilevato [...]". Tale ipotesi, seppur cautelativa, troverebbe conferma dall'analisi dei dati forniti dal piezometro di tipo Casagrande P2C ubicato in corrispondenza del coronamento della diga, infatti nella relazione istruttoria si afferma: "[...] se veritieri e rappresentativi anche del regime piezometrico nel rilevato, evidenzerebbero un abbattimento molto consistente della linea di saturazione già in asse coronamento, con gradiente del tutto anomalo rispetto a quello teoricamente prevedibile [...]".*

Nell'Aprile 2021, con nota n.646 del 09/04/2021, l'Ente concessionario ha inoltrato all'UTDNa lo studio "Analisi del regime dei livelli piezometrici e dei moti di filtrazione" redatto dal Prof. De Vita, a completamento delle attività di studio e monitoraggio piezometrico, al fine di chiarire in via definitiva le cause di alcune anomalie nelle serie storiche delle misure effettuate dai piezometri a tubo aperto. In particolare, si ascrivevano "[...] le ragioni di tali anomalie sostanzialmente all'inadeguatezza della suddetta tipologia di strumenti in rapporto alle caratteristiche di permeabilità del rilevato nonché all'esistenza di difetti costruttivi che concorrerebbero ad alterare il quadro effettivo dell'andamento della circolazione idrica dell'opera [...]".

L'UTDNa, con nota n.9110 del 03/05/2021 (Rif[5]), esaminando la documentazione ricevuta anche alla luce delle osservazioni e delle richieste formulate a suo tempo con nota. 6852 del 14/03/2017, a seguito dello studio redatto dall'Ing. La Barbera (Rif[2]), ha confermato alcune incertezze nell'analisi delle serie storiche delle misure disponibili, tra cui la scarsa affidabilità dei piezometri a tubo aperto per i materiali costituenti il rilevato e i terreni di fondazione, ma non esclude che "[...] la persistenza di elevati valori delle quote piezometriche registrate da alcuni piezometri a tubo aperto [...] possono essere influenzati dalla presenza di orizzonti a maggiore permeabilità irregolarmente distribuiti all'interno del corpo diga in collegamento con i terreni di spalla [...]". Infine, si confermava la possibilità di sostituire/integrare la strumentazione esistente con piezometri di tipo Casagrande, al fine di dirimere le incertezze ancora sussistenti e migliorare la conoscenza della circolazione idrica all'interno dello sbarramento e della sua fondazione. Inoltre, l'UTDNa precisava, terminata l'installazione dei nuovi piezometri, di procedere ad un periodo di almeno sei mesi di affiancamento delle misure tra vecchia e nuova strumentazione, e congiuntamente con la divisione 4 della DGD, stabilire la definitiva dismissione dei piezometri a tubo aperto esistenti.

La strumentazione è stata installata in occasione della campagna di indagini integrative, eseguita tra maggio e giugno 2021.