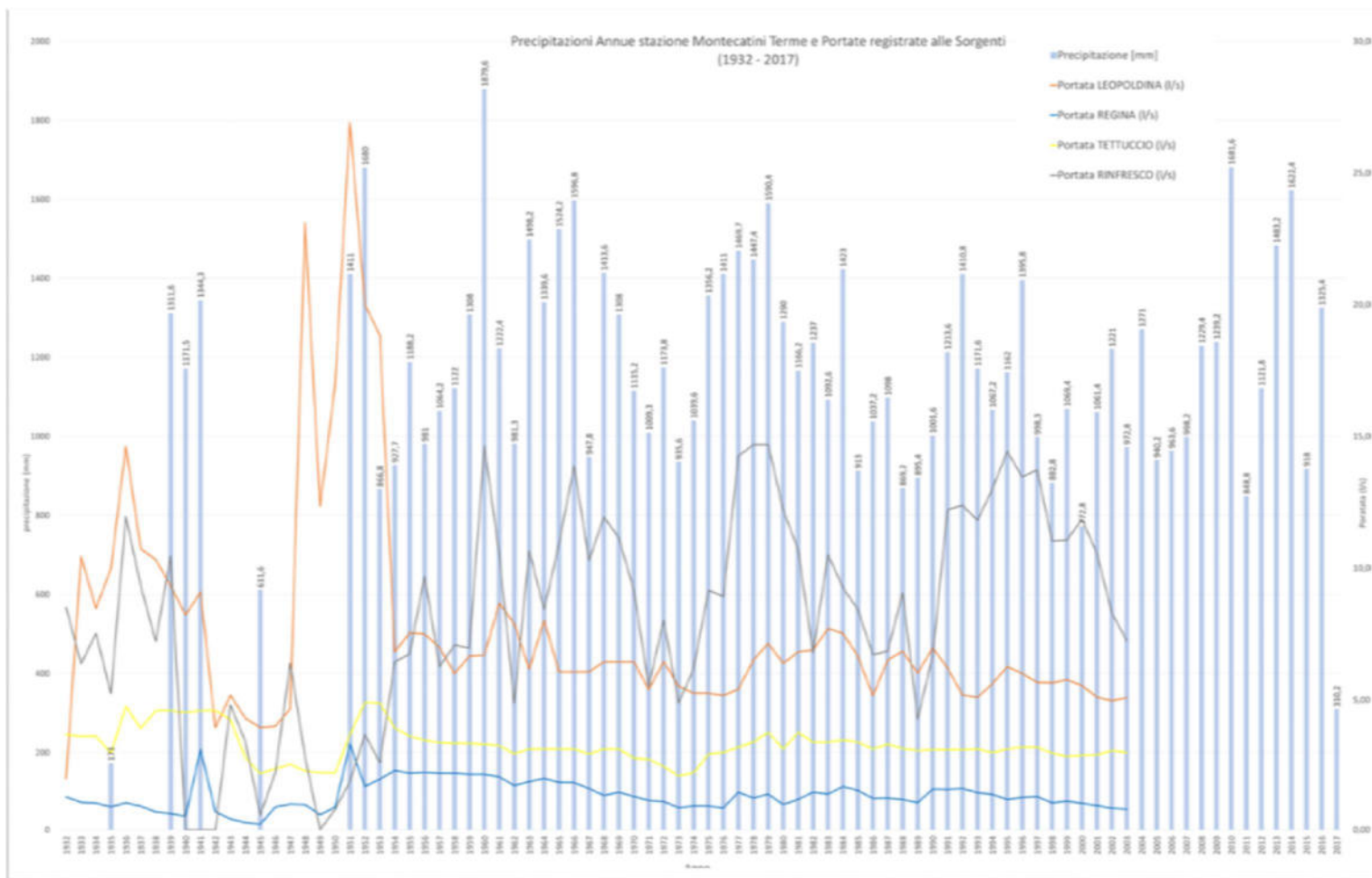


VALUTAZIONI TECNICHE SULLE PROVE DI PORTATA ESEGUITE SUI POZZI DELLA SOLGENTE LEOPOLDINA E STIMA DELLA PORTATA MASSIMA EMUNGIBILE (S. Fiaschi, M. De Martin Mazzalon – 2016)

Allo scopo di stabilire le portate effettivamente emungibili dai pozzi Leopoldine 2 e Leopoldine 3, e monitorare gli effetti che tali emungimenti possono generare sulle sorgenti vicine, nell'aprile 2016 è iniziata una campagna di analisi, terminata poi nel giugno 2016.

Tale valutazione parte da un'analisi climatica e pluviometrica dei dati registrati alla stazione di Montecatini Terme nei decenni 1935-2017, e dei dati di portata noti al pozzo Leopoldine e alle Sorgenti Rinfresco, Regina e Tettuccio nei decenni 1932-2003 (fonte: SIR Regione Toscana).

Precipitazioni annue registrate alla stazione di Montecatini Terme (dal 1935 al 2017) e dati di portata (l/s) misurati alle sorgenti Leopoldina (linea arancio), Regina (linea grigia), Tettuccio (linea gialla) e Rinfresco (linea azzurra).



Schema teorico delle prove di portata sui pozzi Leopoldine 3 e 2.

	Pozzo Leopoldine III				Pozzo Leopoldine II			
	1° Scalino	2° Scalino	3° Scalino	4° Scalino	1° Scalino	2° Scalino	3° Scalino	4° Scalino
GG. Consecutivi	20 lt/sec	40 lt/sec	60 lt/sec	80 lt/sec	20 lt/sec	40 lt/sec	60 lt/sec	80 lt/sec
0-21								
21-42								
42-63								
63-84								
84-105								
105-126								
126-147								
147-168								

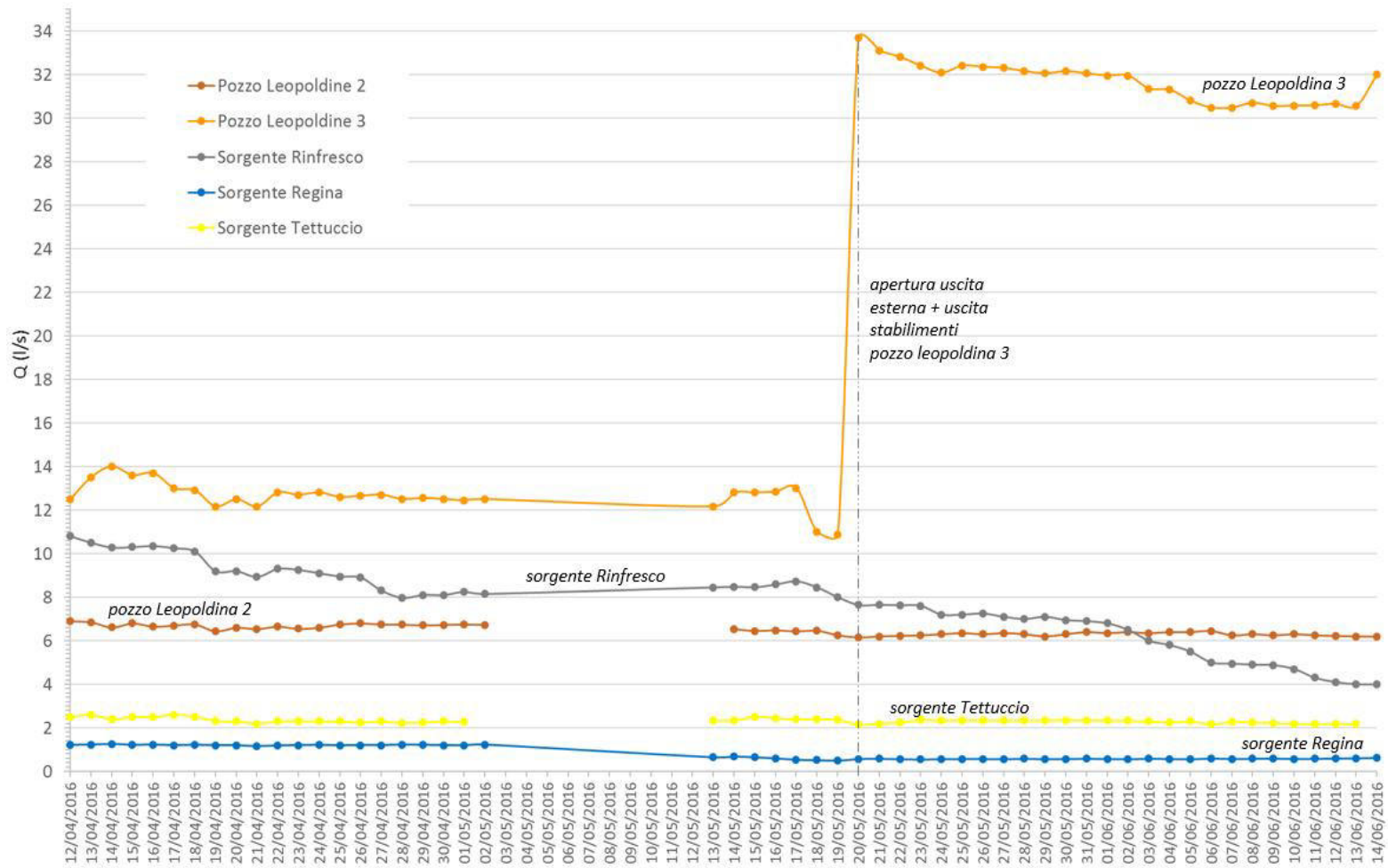
A partire dalla pianificazione della prova di portata, l'esecuzione reale della prova ha subito delle modifiche al programma originario a causa di problemi logistici ed operativi. La prova di portata si è svolta sostanzialmente con la realizzazione di due gradini.

La prova è iniziata in data 12.04.2016 ed è terminata in data 14.06.2017.

Nel dettaglio:

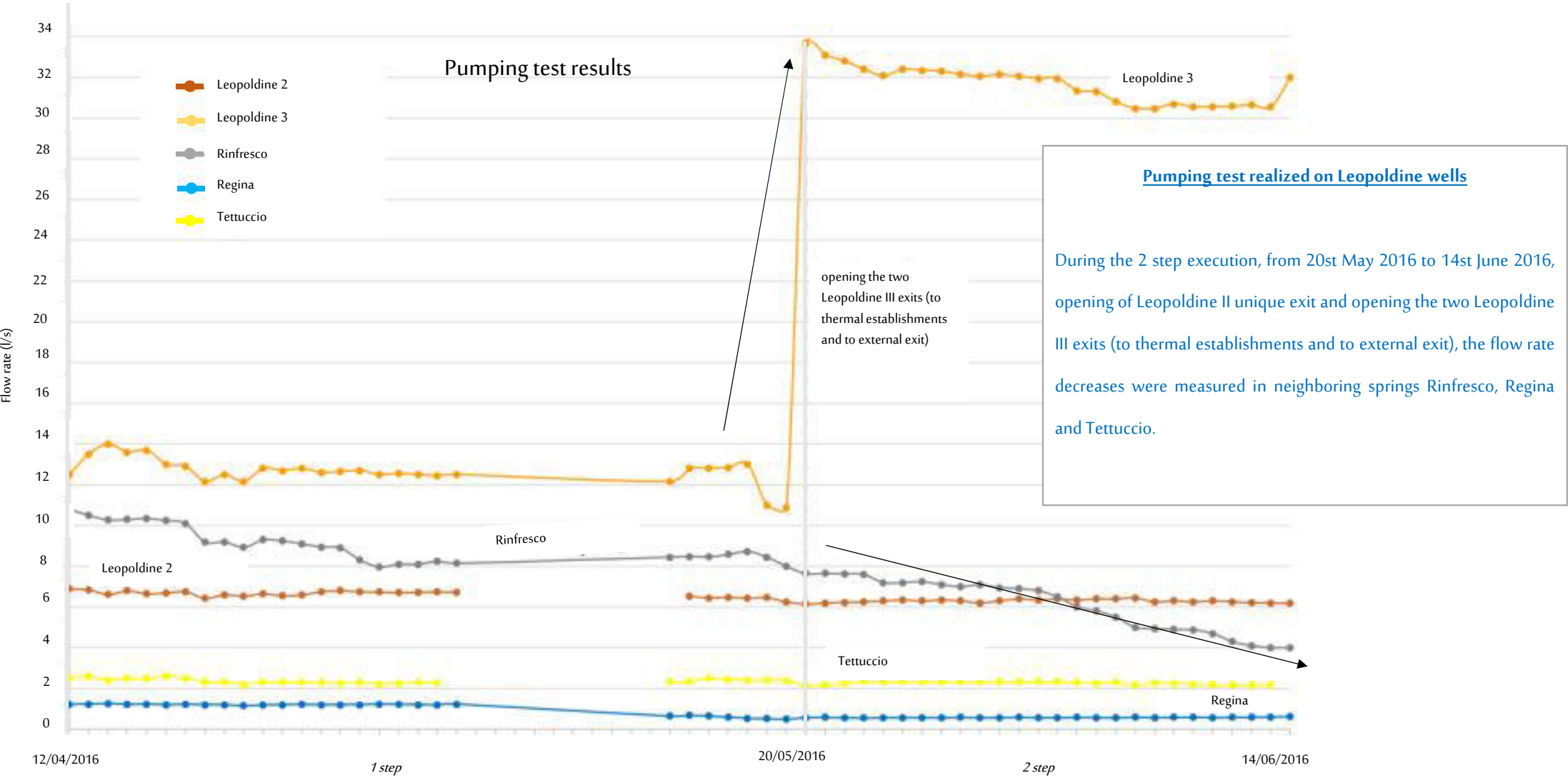
- Gradino 1: dal 12.04.2016 al 19.05.2016 la prova è stata eseguita con apertura dell'uscita unica del pozzo Leopoldine 2 e con l'uscita agli stabilimenti del pozzo Leopoldine 3. Al contempo, il monitoraggio è stato eseguito alle limitrofe sorgenti Rinfresco, Regina e Tettuccio;
- Gradino 2: dal 20.05.2016 al 14.06.2016 la prova è stata eseguita con apertura dell'uscita unica del pozzo Leopoldine 2 e con entrambe le uscite del pozzo Leopoldine 3 (uscita agli stabilimenti e l'uscita esterna). Al contempo, il monitoraggio è stato eseguito alle limitrofe sorgenti Rinfresco, Regina e Tettuccio.

Prove di portata 12.04.2016 - 14.06.2016



Risultati delle prove di portata ai pozzi Leopoldine 2 e Leopoldine 3

5. studies carried out by the Montecatini Terme company and by the municipal authority in 2016



Valori statistici misurati durante la prova di portata ai pozzi e alle sorgenti

gradino 1						
	Leopoldine II	Leopoldine III		Sorgente Rinfresco	Sorgente Regina	Sorgente Tettuccio
	uscita unica	uscita esterna	uscita stabilimenti			
<i>max</i>	6,90		14,00	10,80	1,25	2,60
<i>min</i>	6,25		10,88	7,97	0,50	2,20
media	6,64		12,65	9,05	1,05	2,37
dinimuzione %	9		22	26	60	15

gradino 2						
	Leopoldine II	Leopoldine III		Sorgente Rinfresco	Sorgente Regina	Sorgente Tettuccio
	uscita unica	uscita esterna	uscita stabilimenti			
<i>max</i>	6,45	22,88	10,80	7,65	0,62	2,36
<i>min</i>	6,15	20,25	9,82	3,99	0,55	2,17
media	6,29	21,24	10,43	6,10	0,57	2,27
dinimuzione %	5	11	9	48	11	8

5. studies carried out by the Montecatini Terme company and by the municipal authority in 2016

Pumping test results

1 STEP						
	Leopoldine II	Leopoldine III		spring Rinfresco	spring Regina	spring Tettuccio
	Unique exit	External exit	To thermal establishments			
max (l/s)	6,90		14,00	10,80	1,25	2,60
min (l/s)	6,25		10,88	7,97	0,50	2,20
media (l/s)	6,64		12,65	9,05	1,05	2,37
% decrease	9		22	26	60	15

2 STEP						
	Leopoldine II	Leopoldine III		spring Rinfresco	spring Regina	spring Tettuccio
	Unique exit	External exit	To thermal establishments			
max (l/s)	6,45	22,88	10,80	7,65	0,62	2,36
min (l/s)	6,15	20,25	9,82	3,99	0,55	2,17
media (l/s)	6,29	21,24	10,43	6,10	0,57	2,27
% decrease	5	11	9	48	11	8

Pumping test realized on Leopoldina wellsprings

statistical values measured during the pumping test at wells and springs.

1 step

Flow rate decrease of :

- 26% spring Rinfresco;
- 60% spring Regina;
- 15% spring Tettuccio

2 step

Flow rate decrease of :

- 48% spring Rinfresco;
- 11% spring Regina;
- 8% spring Tettuccio

(source: Fiaschi & De Martin Mazzalon, 2016)

Conclusioni del monitoraggio

- I dati di precipitazione annuale registrati alla stazione pluviometrica di Montecatini Terme, nell'intervallo temporale 1935 – 2017, interfacciati con i dati di portata misurati alle sorgenti Rinfresco, Regina e Tettuccio e al pozzo Leopoldina, nei decenni 1932 - 2003, mostrano una correlazione più o meno marcata tra i dati. La Sorgente Rinfresco ed il pozzo Leopoldine mostrano una più evidente connessione, con picchi nell'andamento delle portate che seguono quasi fedelmente i picchi maggiormente piovosi. Tale correlazione risulta accennata, e visibilmente meno marcata anche per le altre due sorgenti analizzate Regina e Tettuccio;
- La prova di portata eseguita sui pozzi Leopoldine 2 e Leopoldine 3, nel periodo 12.04 – 14.06.2016, dimostra che anche a seguito dell'apertura di entrambe le uscite, esterna e agli stabilimenti del pozzo Leopoldine 3 iniziata in data 20.05.2017, è possibile emungere quantitativi medi di acqua significativi con conseguenze però significative sulle altre Sorgenti;
- Durante la realizzazione della prova di portata i maggiori abbassamenti si verificano per le Sorgenti Rinfresco e Regina con valori rispettivamente del 26% e del 48% e del 60% e dell'11%, nei due gradini della prova;
- Non si verificano correlazioni tra le precipitazioni misurate alla stazione pluviometrica di Montecatini Terme e le portate emunte, per tutto il periodo di esecuzione della prova di portata;
- I pozzi Leopoldina 2 e Leopoldina 3 sono in grado di erogare ingenti quantitativi di acqua idrotermale (dell'ordine medio dei 37,96 l/s l/s) ma tale emungimento risulta incompatibile con lo sfruttamento in essere delle vicine Sorgenti Rinfresco, Regina e Tettuccio. L'avvio della diminuzione delle portate alle sorgenti non coincide con l'apertura di entrambe le uscite al pozzo Leopoldine 3, dimostrando quindi una possibile interferenza tra le portate emunte e le portate registrate alle sorgenti già prima dell'inizio dell'estrazione delle portate più significative;
- L'ordine di grandezza della portata emungibile inferiore ai 27/28 l/s corrisponde a quanto era già stato segnalato da Canavari (1923), che stabiliva una portata estraibile di 24 l/s per le sorgenti Leopoldine e spiegherebbe anche l'opportunità di dover regolare artificialmente la portata delle Leopoldine a valori dell'ordine dei 5-7 l/s (Malesani e Nollèdi, 2005); un ulteriore affinamento delle portate emungibili sarà possibile con il confronto con i dati di monitoraggio, acquisiti tramite sonde multiparametriche in continuo, dal Dott. M. Nannucci della Regione Toscana.

Sviluppi futuri

- A partire dal 2017 è stato attivato un progetto di alternanza scuola – lavoro tra il Genio Civile e l'Istituto tecnico Fermi di Pistoia dove gli studenti verranno coinvolti in un nuovo rilevamento di alcuni parametri delle acque dei pozzi misurati durante il censimento effettuato da Ecogeo nel 1983 ai fini di un aggiornamento periodico delle carte di isoionicità. In questa prima fase verranno rilevati i parametri fisici quali temperatura, conducibilità e pH.
- Confronto con la campagna di rilevamento eseguita dal **Dott. Marco Nannucci** della Regione Toscana con l'utilizzo di sonde multiparametriche a rilevamento continuo ubicate in alcuni pozzi pilota ai margini dell'area termale.
- Collaborazione con il **Prof. Enrico Pandeli** del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze per un ulteriore approfondimento delle caratteristiche idrotermali dell'area.

5. studies carried out by the Montecatini Terme company and by the municipal authority in 2016

results

- The annual rainfall data recorded at the Montecatini Terme station, between 1935 and 2017, connect with the flow rate data measured at Rinfresco, Regina and Tettuccio springs and at the Leopoldine wells, in the decades 1932 - 2003, displays a correlation more or less marked among the data. The wellspring Rinfresco and the Leopoldine wells show a more evident connection (flow rate picks correspond to rainfall peaks). This correlation is visible, even if less marked, also for the two other sources analyzed, Regina and Tettuccio;
- The pumping test performed on the Leopoldine 2 and Leopoldine 3 wells, in the period 12.04 - 14.06.2016, shows that opening external and to the establishments exits of the Leopoldine 3 well started on 20.05.2017, it is possible to issue significant quantities of water but with consequences on other sources;
- During the realization of the pumping test, the lowest water level is measured for the Rinfresco and Regina wellsprings with values respectively 26% and 48% and 60% and 11%, in the two test steps;
- There are no correlations between the rainfall measured at the Montecatini Terme pluviometric station and the flows rate measured, for the entire period of carrying out the pumping test;

5. studies carried out by the Montecatini Terme company and by the municipal authority in 2016

results

- Leopoldine 2 and Leopoldine 3 wells are able to supply large quantities of hydrothermal water (flow rate of 37.96 l/s) but this value is **incompatible** with the nearby Rinfresco, Regina and Tettuccio springs.
- A flow rate lower than 27/28 l/s corresponds to what had already been reported by Canavari (1923), which established a flow rate extractable of 24 l/s for Leopoldine wells.
- **The Montecatini spas and the Municipal authorities, on latest tests carried out, believe that the flow rate compatible with the use of all springs is between 20 and 25 l/s**

References

- *Brandi G.P., Fritz P., Raggi G., Squarci P., Taffi L., Tongiorgi E. e Trevisan L. (1967) – Idrogeologia delle Terme di Montecatini. Collana Scientifica delle Terme di Montecatini, vol.39. Edizione delle Terme di Montecatini.*
- *Canavari M. (1923) – Le sorgenti di Montecatini di fronte alla Geologia. Giorn. Di Geologia Pratica, XVIII.*
- *Carobbi G. e Cipriani C. (1954) – Ricerche geochimiche sulle acque di Montecatini Terme (Pistoia). Rend. Soc. Mineralogica Italiana, X. Pavia 1954.*
- *Chiocciora G. (2010) – Pozzo Leopoldine 3° - Rapporto di esecuzione e completamento. Terme di Montecatini Spa.*
- *Lotti B. (1927) – Il regime sotterraneo delle acque basse di Montecatini Bagni. Boll. R. Uff. Geol. D'It., LII. Roma 1927.*
- *Malesani P. e Nolledi G. (2005) – Le acque di Montecatini Terme.*
- *Terme di Montecatini S.P.A. – Portate sorgenti dal 1932 al 2003.*
- *Trevisan L. (1951) – Una nuova ipotesi sull'origine della termalità di alcune sorgenti della Toscana. "L'industria mineraria".*

Siti internet

- *Settore Idrologico Regionale*
- *<http://www.sir.toscana.it/>*