

27. Bruno VISINTIN e Nicolò GANDOLFO. — Analisi chimica e chimico-fisica dell'Acqua Acetosa di Roma.

NOTIZIE GENERALI.

Sulla riva sinistra del Tevere, dove questo forma un'ansa che lambisce le pendici dei monti Parioli, nei pressi di Villa Glori, viene a giorno un'acqua che per i suoi caratteri organolettici e soprattutto per il suo notevole contenuto in anidride carbonica, è conosciuta dagli abitanti di Roma col nome di Acqua Acetosa.

La scoperta della sorgiva ⁽¹⁾ risale al secolo XVI e l'acqua fu tosto tenuta in gran conto da eminenti medici che ne consigliarono l'uso. In merito appunto alle sue virtù, attirò l'attenzione dei Papi: fu soprattutto per opera di Paolo V Borghese che l'acqua venne captata e per volere di Papa Alessandro VII fu costruita nel 1661, su disegno del Bernini, la monumentale fontana che ancora oggi si può ammirare.

L'acqua esplica un'azione benefica nelle dispepsie, nei catarri gastroenterici e delle vie urinarie, nella renella, nella diatesi urica; come bibita è molto gradita dalla popolazione di Roma, tanto che la sorgente è meta continua di passanti e di gente che vi si reca a proposito, per attingere l'acqua che sgorga da tre fontanelle. Oltre ad alimentare la fontana monumentale, la sorgente fornisce anche l'acqua a uno stabilimento, dove viene imbottigliata con i necessari accorgimenti igienici.

La importanza che aveva ormai acquistato l'acqua nel volgere degli anni e la sua ubicazione, nelle immediate vicinanze di un grande centro abitato, hanno indotto vari chimici a studiarne la composizione: il Morichini ⁽²⁾ nel 1818, il Commaille ed il Lambert ⁽³⁾ nel 1859, il Feliciani ⁽⁴⁾ nel 1895. Dopo quest'ultimo, non ci risulta che siano state eseguite, da altri, analisi in merito. La presente analisi è stata perciò motivata dalla necessità di aggiornare e completare i valori sulle caratteristiche chimiche dell'acqua e di estendere l'indagine sulle relative costanti chimico-fisiche.

⁽¹⁾ Le Acque Minerali d'Italia, quaderno I, Tip. ed. Italia, Roma (1933).

⁽²⁾ Tipogr. Bourliè, Roma (1818).

⁽³⁾ SELMI, Enciclopedia Chimica, 1, 296 (1868).

⁽⁴⁾ Gazz. chim. ital., 26, I, 281 (1896).

NOTIZIE GEOLOGICHE ⁽⁵⁾.

Il terreno da cui scaturisce l'Acqua Acetosa è costituito da formazioni del quaternario. Alla base vi è un banco di sabbia gialliccia, più o meno argillosa, permeabile, in cui l'acqua si raccoglie dando origine alla falda idrica.

Analisi chimica.

Le determinazioni in sito ed il prelevamento dei campioni sono stati eseguiti il 5 gennaio 1945. L'acqua è stata raccolta in bottiglie di vetro neutro, chiuse con tappo a smeriglio. Sono stati inoltre prelevati, con i necessari accorgimenti, campioni per la determinazione dei gas e altri per la determinazione della radioattività.

Portata della sorgente: Litri 1620 di acqua all'ora.

Temperatura dell'acqua alla sorgente: 16°,5.

Temperatura dell'aria esterna: 7°,0.

Conducibilità elettrica specifica col metodo di Kohlrausch:

$$K_{18^{\circ}} = 0,0045648$$

$$K_{25^{\circ}} = 0,0053362$$

Attività degli ioni idrogeno per via potenziometrica:

$$p_H = 6,1$$

$$A_H = 7,94 \times 10^{-7}$$

Ricerca dell'ammoniaca, dell'acido nitroso, dell'acido nitrico coi metodi più sensibili comunemente adoperati: Positiva.

Alcalinità totale: HCl N/10 per litro di acqua cm³ 200,4.

Gas disciolti, espressi in cm³ a 0° e 760 mm, per litro di acqua:

Ossigeno, determinato col metodo di Winkler = tracce

Anidride carbonica, determinata col metodo

di Petterson modificato = cm³ 767,7

Azoto e gas rari, determinati col metodo

proposto da Treadwell = cm³ 7,5

⁽⁵⁾ Loco cit.

VALUTAZIONI CHIMICHE DIVERSE E COSTANTI CHIMICO-FISICHE.

Residuo fisso determinato evaporando a b. m. cm³ 200 di acqua misurata a 20°, in capsula di platino tarata:

Residuo fisso a 110°		g 3,3200 per litro
» » » 180°		» 3,3150 » »
» » » 600°		» 2,7684 » »

Residuo fisso calcolato moltiplicando la conducibilità elettrica a 18° per il coefficiente di Kohlrausch: $750 = 3,4236$.

Residuo fisso calcolato moltiplicando la conducibilità elettrica a 25° per il coefficiente di Ley e Henriet: $686,488 = 3,6632$.

Sostanze organiche: Sono state determinate col metodo di Kubel:

Ossigeno consumato = g 0,0026 per litro

Durezza totale, calcolata dal contenuto in calcio ed in magnesio per litro ed espressa in gradi francesi:

Durezza totale = 104

La determinazione diretta col metodo di Boutron e Boudet fornisce valori leggermente più alti.

Peso specifico, determinato col metodo picnometrico e riferito all'acqua distillata a 4° C. e a 15° C.

$$D_4^{15} = 1,004046 ; D_{15}^{15} = 1,00492$$

Indice di rifrazione: La lettura è stata eseguita con refrattometro ad immersione.

$$n_D = 1,33393$$

Abbassamento crioscopico: La determinazione è stata eseguita col l'apparecchio di Beckmann, ottenendo come media di diverse letture

$$\Delta = 0,190$$

In base a questo valore si calcola la *pressione osmotica* (P):

$$P = \Delta \times 12,05 = 2,2895$$

e la *concentrazione osmotica* (C_o):

$$C_o = \frac{\Delta}{0,00184} = 103,261 \text{ millimoli per litro}$$

RADIOATTIVITÀ.

L'acqua, contenuta in speciali bottiglie accuratamente riempite ed ermeticamente chiuse, è stata sottoposta all'esame della radioattività, tenendo conto del tempo intercorso tra la presa del campione ed il lavoro di misura (eseguito con apparecchio Splinder e Hoyer, tarato precedentemente con una soluzione a titolo noto di emanazione): Lievissima.

ANALISI QUALITATIVA E SPETTROGRAFICA.

Le ricerche sistematiche, eseguite sia sull'acqua tal quale che su quella concentrata, hanno messo in evidenza i seguenti joni: sodio, potassio, litio, ammonio, magnesio, calcio, stronzio, alluminio, ferro, manganese, cloro, nitrico, solforico, idrocarbonico; si sono inoltre riscontrati la silice e l'acido borico.

Per l'esame spettrografico è stato impiegato uno spettro Q 24 della Casa Zeiss; come sistema di eccitazione, si è fatto ricorso all'arco continuo, con una intensità di circa 4 Ampère ed una tensione di 140 Volt. L'arco è stato fatto scoccare fra elettrodi di carbonio puro su cui si è posto direttamente il residuo in esame e la soluzione cloridrica del residuo.

ANALISI QUANTITATIVA.

La ricerca quantitativa del litio e dello stronzio è stata eseguita per via spettrografica; quella del jone nitrico, fotometricamente, previa riduzione con lega Devarda ad ammoniaca. La determinazione dell'acido borico è stata eseguita per via acidimetrica ⁽⁶⁾.

Per la ricerca quantitativa della silice è stato eseguito il metodo fotometrico ⁽⁷⁾.

Le determinazioni relative agli altri componenti sono state eseguite secondo i classici metodi riportati dai trattati. Ogni determinazione è stata accuratamente controllata per ridurre al minimo le cause di errore dipendenti dalle separazioni.

⁽⁶⁾ H. SCHÄFER u., A. SIEVERTS, *Anal. Chem.*, 121, 170 (1941).

⁽⁷⁾ B. VISINTIN e N. GANDOLFO, *Ann. chim. applicata*, 31, 509 (1941).

Riassunto dei dati analitici.

Nelle tabelle che seguono sono riassunti i risultati analitici delle varie determinazioni, espressi nel modo generalmente adottato.

TABELLA I.

CARATTERI GENERALI.

Acqua limpida, incolore, inodore, di sapore acidulo particolare. Reazione con la cartina al tornasole: acida che, per esposizione all'aria, diventa alcalina.

TABELLA II.

VALUTAZIONI CHIMICHE DIVERSE.

Residuo fisso a 110°	g 3,3200	} per litro di acqua misurata a 20° C.
» » » 180°	» 3,3150	
» » » 600°	» 2,7686	
Ammoniaca, nitriti e nitrati.	presenti	
Idrogeno solforato	assente	
Sostanze organiche (ossigeno consumato)	g 0,0026	
Alcalinità in acido cloridrico N/10 per un litro di acqua	cm ³ 200,4	
Durezza in gradi francesi	104	

TABELLA III.

COSTANTI CHIMICO-FISICHE.

Temperatura dell'acqua alla sorgente	16°,5
» dell'aria esterna	7°,0
Densità D_4^{15}	1,004046
» D_{15}^{15}	1,00492
Abbassamento crioscopico: Δ (non corretto)	0,190
Pressione osmotica: $(\Delta \times 12,05)$	2,289
Concentrazione osmotica: $(C_0 = \frac{\Delta}{0,00184})$	103,261 millimoli per litro
Conducibilità elettrica specifica: K_{18°	0,0045648
» » » K_{25°	0,0053362
Grado medio di dissociazione: a_Δ	0,9402
» » » a_K	0,9981
Attività degli joni idrogeno: p_H	6,1
» » » A_H	$7,94 \times 10^{-7}$
Indice di rifrazione: N_D	1,33393

TABELLA IV.

RADIOATTIVITÀ.

Lievissima.

TABELLA V.

GAS DISCIOLTI.

Gas disciolti in un litro di acqua alla temperatura della sorgente e ridotti a 0° e 760 mm:

Anidride carbonica	cm ³	767,7
Azoto e gas rari	»	7,5
Totale	cm ³	775,2

TABELLA VI.

SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO DI ACQUA MINERALE
ESPRESSE IN JONI.

Denominazione	Formula	Grammi	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Jone sodio.	Na ⁺	0,56074	24,380	24,380	
» potassio	K ⁺	0,32165	8,225	8,225	
» litio	Li ⁺	0,00185	0,267	0,267	
» ammonio	NH ₄ ⁺	0,00265	0,147	0,147	
» magnesio	Mg ⁺⁺	0,0720	2,961	5,922	
» calcio	Ca ⁺⁺	0,2980	7,437	14,874	
» stronzio.	Sr ⁺⁺	0,0037	0,042	0,084	
» ferro.	Fe ⁺⁺	0,000046	0,00082	0,0016	
				53,9006	
Jone cloro.	Cl [']	0,9382	26,458		26,458
» nitroso	NO ₂ [']	0,000033	0,00072		0,00072
» nitrico	NO ₃ [']	0,0627	1,011		1,011
» solforico	SO ₄ ^{''}	0,1646	1,713		3,426
» idrocarbonico	HCO ₃ [']	1,3137	21,530		21,530
					52,4257
Silice	SiO ₂	0,0420	0,700		
Ac. borico.	H ₃ BO ₃	0,0315	0,509		
Ac. carb. libero.	CO ₂	0,4800	10,918		

Tracce di manganese e alluminio.

Classificazione.

Secondo la classifica di Marotta e Sica, l'Acqua Acetosa rientra nella categoria delle acque bicarbonate-alcaline ⁽⁸⁾.

* * *

Allo scopo di mettere in chiaro il significato ed il comportamento di alcune caratteristiche dell'acqua sorgiva, si ritiene utile esporre la tabella VII che si riferisce a campioni di Acqua Acetosa prelevati in condizioni atmosferiche e stagionali diverse.

Si può osservare che il tenore dei componenti mineralizzanti dell'acqua è soggetto a piccole oscillazioni e che i nitriti e l'ammoniaca sono da considerarsi componenti normali di essa, essendo presenti nell'acqua in quantità pressochè costanti, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche. L'esame batteriologico eseguito contemporaneamente sull'acqua medesima, non ha messo in luce la presenza di germi indicatori di inquinamento fecale.

Riferendoci all'analisi del Feliciani, di maggior interesse fra quelle degli analisti più sopra citati, perchè eseguita in epoca relativamente più recente, notiamo forti discordanze con i valori da noi riscontrati. Infatti per il residuo fisso a 180° il Feliciani ha ottenuto un valore di g 1,7992 (15-I-1895) e un altro di g 2,2680 (6-VII-1895), mentre il valore da noi riscontrato sull'acqua prelevata il 5-I-1945 ammonta a g 3,3150 per litro. E' utile rilevare al riguardo che l'aumento del residuo fisso è dovuto in maggior misura ai cloruri di sodio e di potassio contenuti nell'acqua.

E' noto come le acque sorgive in genere non conservano costante la loro fisionomia chimica poichè, oltre alle variazioni stagionali, vanno soggette a variazioni che si manifestano per cause più complesse, in misura maggiore o minore, col volgere degli anni.

Nel caso dell'Acqua Acetosa dei Parioli è pure da tenere presente che nello spazio di tempo intercorso tra le due analisi, sono stati eseguiti lavori di migioria all'opera di captazione della sorgiva, il che può avere influito sulle caratteristiche dell'acqua captata, nel senso di un migliore isolamento dell'acqua minerale alla scaturigine.

⁽⁸⁾ Ann. chim. applicata, 19, 529 (1929) e 23, 245 (1933).

TABELLA VII.

	D A T A D E L P R E L E V A M E N T O								
	17-2-1941 (°)	3-3-1941	21-4-1941	5-5-1941	19-5-1941	4-6-1941	4-7-1941	28-2-1942	5-1-1945
Condizioni atmosferiche. . . .	—	—	buone qual- che piog- gia giorn. prec.	variabili con pioggia	buone qual- che piog- gia giorn. prec.	buone	buone	variabili con piogg. frequen.	buone
Temperatura dell'acqua. . . .		15°,45	15°,75	16°,00	16°,30	16°,65	17°,30	15°,00	16°,5
» dell'aria	12°,7	11°,2	18°,5	16°,0	19°,0	25°,0	27°,0	8°,7	7°
Conducibilità elettrica a 18° . .	0,00412	0,00394	0,00395	0,00403	0,00416	0,00421	0,00431	0,00439	0,004565
Nitriti	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce	—	tracce	tracce
Ammoniaca mg. per l	2,92	2,60	2,50	2,50	2,50	2,66	—	2,80	2,50
Jone cloro mg. per l. . . .	804	778	788	808	848	864	—	—	930

(*) Nei giorni precedenti il Tevere era in piena e la fontana era invasa dalle acque piovane e da quelle di scolo dell'abitato vicino.

Ringraziamo il prof. Roberto Intonti di questo Laboratorio per aver eseguito l'esame spettrografico dell'acqua.

RIASSUNTO

Vengono riferite le costanti chimico-fisiche e le caratteristiche chimiche dell'Acqua Acetosa che viene a giorno in Roma, nei pressi di Villa Glori.

L'ammoniaca e l'acido nitroso riscontrati nell'acqua sono stati inclusi tra i componenti normali di essa; la loro presenza viene giustificata da una tabella riportata nel testo.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di chimica.
