

STUDI SASSARESI

Sezione III

1978

Volume XXVI

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ
DI SASSARI

DIRETTORE: O. SERVAZZI

COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - F. FATICHENTI - L. IODDA - F. MARRAS
A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA - R. PROTA - G. RIVOIRA
R. SATTA - C. TESTINI - G. TORRE - A. VODREI



ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1980

St. Sass. III Agr.

Università degli studi di Sassari
Istituto di Mineralogia e Geologia della Facoltà di Agraria
(Dir. Prof. A. PIETRACAPRINA)

**Studio geo-idrologico
della Sardegna Settentrionale**

Memoria N. 7

Idrogeologia e geochimica
di alcune sorgenti dei dintorni di Ploaghe (SS)

DETTORI B. PULINA M. A.

INTRODUZIONE E LIMITI GEOGRAFICI

Le acque minerali vicine all'abitato di Ploaghe, chiamate localmente per il diffuso sprigionarsi di CO₂ « acque gazzosine », costituiscono un fenomeno di sicuro interesse scientifico ricollegabile forse con la genesi delle ben più note acque ipotermali di San Martino e di Montes (MORETTI, 1951).

Si è voluto approfondire questo argomento al fine di poter valutare, sotto il profilo geologico ed idrochimico, ulteriori o eventuali differenziazioni tra le sorgenti in questione.

L'area presa in esame, abbastanza tipica sotto il profilo geologico, è compresa tra la tavoletta Chiaramonti del Foglio 180 e quella di Ploaghe del Foglio 193 della Carta d'Italia (Fig. 1). Ha un'estensione di circa 50 Km² e comprende gran parte del comune di Ploaghe e solo piccoli lembi dei comuni di Codrongianus e Ardara.

Dal punto di vista altimetrico, la zona, pur non presentando rilievi notevoli, è attraversata dallo spartiacque che con direzione Nord-Sud divide il bacino del Rio Mannu di Porto Torres (Km² 674) dal bacino del Rio Mannu di Ozieri (Km² 921). L'ossatura di questo spartiacque è costituita da centri di emissione e colate laviche del vulcanismo recente (M.te Pelao, M.te Santo, M.te Meddaris, M.te San Matteo e M.te Massa), che hanno interessato con direzione Nord-Sud l'intera regione del Logudoro.



Fig. 1 - Ubicazione del territorio in studio.

GEOLOGIA

La geologia del territorio di Ploaghe (Fig. 2) è alquanto varia; le formazioni presenti, infatti, con età compresa tra il Terziario e il Quaternario, sono sia di origine vulcanica che di origine sedimentaria. Le prime appartengono a due cicli magmatici di diverso significato geologico (COCOZZA e JAQBACCI, 1975) e mostrano un ampio spettro di variabilità per quanto concerne la giacitura: si rinvengono infatti numerosi episodi lavici (duomi e colate), ampi espandimenti ignimbratici e potenti livelli piroclastici. Le ultime, prodotte di sedimentazione marina o fluvio-lacustre, sono prevalentemente rappresentate da arenarie in facies molassica e da una meno estesa facies calcareo-arenacea.

La stratigrafia della regione può essere così brevemente schematizzata:

- A) Vulcaniti oligo-mioceniche;
- B) Formazioni lacustri oligo-mioceniche;
- C) Formazioni marine del Miocene medio;
- D) Vulcaniti plio-pleistoceniche.

A) *Le vulcaniti oligo-mioceniche.*

Le vulcaniti del ciclo eruttivo oligo-miocenico sono costituite da tipi litologici assai variabili per composizione mineralogica e chimica, per giacitura, potenza e per alcuni caratteri geomorfologici. In base a criteri stratigrafici e in base alla petrografia delle vulcaniti stesse, nel complesso affiorante nella zona, si distinguono due momenti fondamentali che, in riferimento a quanto osservato dal DERIU (1962) nella regione del Bosano, potrebbero essere attribuiti alle due formazioni andesitoide superiore e trachitoide superiore. Queste formazioni, nel loro insieme, ricoprono buona parte dell'intero territorio.

— Formazione andesitoide superiore: queste vulcaniti sono assimilabili a lave andesitiche, essenzialmente iperstenico-augitiche, a struttura generalmente porfirica; sono talora associate a forme più differenziate (trachiandesiti auct.). Il colore varia dal grigio scuro al nerastro, al brunastro, al grigio verdastro, la compattezza e la durezza sono notevoli.

— Formazione trachitoide superiore: rappresenta forse l'ultima fase del vulcanismo oligo-miocenico della Sardegna nord-occidentale. I prodotti sono prevalentemente acidi (daciti, trachidaciti, trachiandesiti, riodaciti e rioliti) con struttura porfirica ipocristallina, generalmente di colore rossastro; non mancano livelli vitrofirici nerastrati. Questa formazione presenta spesso forme più o meno spinte di alterazione con perdita di tenacità e compattezza e si trasforma col progredire del processo in masse « argillose » giallastre, rossastre e verdastre; sono presenti inoltre parziali processi di caolinizzazione e fenomeni di più o meno intensa silicizzazione.

B) *Sedimentazioni lacustri.*

La fase finale del vulcanismo oligo-miocenico è stata caratterizzata, in più parti della Sardegna, dalla tendenza al formarsi di conche lacustri, i cui tipi litologici nella zona in esame sono costituiti verso il basso da alternanze calcareo-marnose-selciose ad Helix, e verso l'alto da un complesso tufaceo-sabbionaceo. I tufi, di colore bianco o grigiastro, spesso pomicei, formano banchi regolari, con intercalazioni di selce, e contengono resti di alghe calcifere e di molluschi continentali.

Si tratta di un complesso originatosi dalla sedimentazione, in ambiente continentale, ora subaereo ora subacqueo-lacustre, di materiali di dimensioni piuttosto piccole, ceneri e lapilli, prodotti da fasi spiccatamente esplosive dell'attività vulcanica oligo-miocenica.

C) *Le formazioni marine del Miocene medio.*

Sono il risultato della trasgressione marina che nel Miocene medio (Elveziano) ha interessato longitudinalmente tutta la Sardegna occidentale (da Porto Torres a Cagliari); nell'area in esame sono presenti diversi tipi litologici.

Le rocce più diffuse sono costituite da arenarie in facies molassica, tenere, di colore giallo o grigio, calcarifere, più o meno cementate, con livelli ricchi di fossili, soprattutto molluschi ed echinidi. Meno estesa è la facies calcareo-arenacea, rappresentata da calcari bianchi o grigi, giallastri per alterazione, più o meno arenacei, in strati o banchi di forma amigdaloidi. Sono tipici di ambiente neritico e ricchi in fossili (pesci, molluschi, echinidi, crostacei brachiuri, ecc.). Dal punto di vista giaciturale, gli strati sono in genere suborizzontali.

D) *Le vulcaniti plio-pleistoceniche.*

L'attività vulcanica interrottasi in Sardegna all'inizio del Miocene riprende nel Pliocene e prosegue fino al tardo Pleistocene, interessando prevalentemente i settori occidentali dell'isola. Questo secondo tipo di vulcanismo, di significato geodinamico differente dal primo, ebbe origine prevalentemente attraverso vecchie fratture riprese da movimenti tettonici distensivi. Nell'area interessata sono riconducibili: il centro di emissione di M.te San Matteo, a Nord di Ploaghe, che ha dato origine alla colata del Coloru; il centro di emissione di M.te Meddaris, le cui lave si espansero però con andamento centrifugo per non più di 500-600 m, mentre altri basalti (Pianu Piredu a SE e Coronalzu a SW) della zona in esame provengono da centri vulcanici più a Sud di M.te Meddaris. Petrograficamente si tratta di basalti della serie alcalina, con struttura porfirica olocristallina e tessitura generalmente isotropa. Le lave, che si dipartono da accumuli di scorie di lancio di colore rossastro, a struttura marcatamente vacuolare, sono di colore variabile dal grigio chiaro al grigio ferro, compatte e massive nelle colate, bollose e scoriacee in prossimità dei centri di emissione.

CLIMATOLOGIA E IDROGRAFIA

Pluviometria e termometria.

Sono state prese in esame un gruppo di stazioni limitrofe al territorio in studio. Esse sono: Ardara, C.ra Caralzu, Cargeghe, Chilivani, Osilo, C.ra Planu Ladu e Ploaghe (Fig. 3).

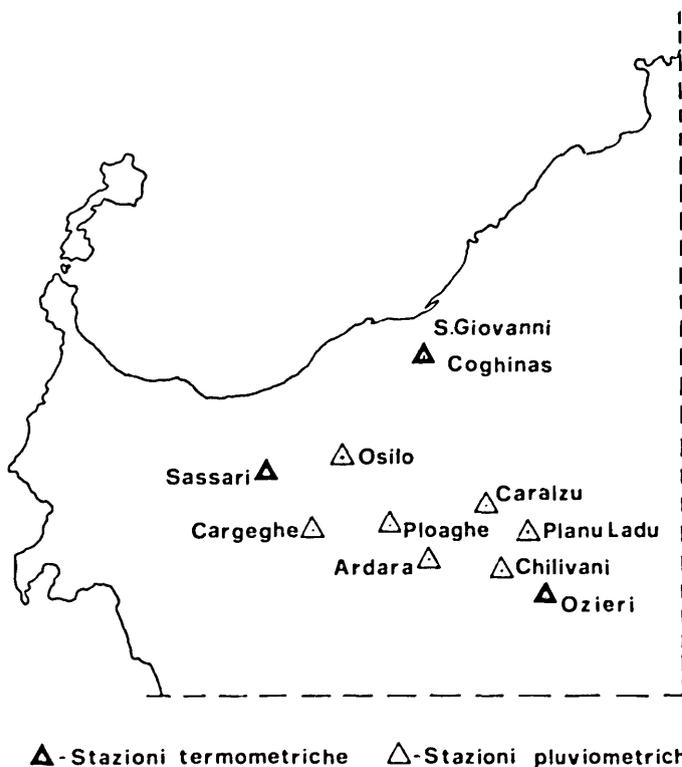


Fig. 3 - Ubicazione delle stazioni termometriche e pluviometriche.

Per ognuna di esse, riportate in ordine alfabetico e progressivamente numerate, sono stati rilevati i seguenti parametri pluviometrici:

- 1) Precipitazioni medie mensili;
- 2) Numero dei giorni piovosi medi mensili;

Tabella 1 - *Medie pluviometriche mensili ed annuali.*

| Stazioni pluviometr. | An- di Oss. msm | Precipitazioni e giorni piovosi medi mensili | | | | | | | | | | | | Totale annuo mm gp | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|--|-----|----|-----|---|----|---|----|---|----|---|----|--------------------------|---|---|----|---|----|---|----|---|-----|----|-----|----|-----|----|
| | | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Ardara | 39 | 297 | 63 | 8 | 67 | 7 | 64 | 8 | 62 | 7 | 50 | 5 | 18 | 2 | 6 | 1 | 5 | 1 | 44 | 4 | 75 | 7 | 101 | 9 | 108 | 11 | 662 | 70 |
| 2 Caralzu (C.ra) | 43 | 559 | 107 | 10 | 110 | 9 | 66 | 7 | 68 | 6 | 48 | 4 | 23 | 2 | 8 | 1 | 14 | 1 | 54 | 4 | 88 | 7 | 116 | 9 | 128 | 11 | 825 | 72 |
| 3 Cargeghe | 45 | 334 | 90 | 8 | 85 | 8 | 70 | 8 | 59 | 7 | 46 | 4 | 18 | 2 | 4 | 1 | 8 | 1 | 48 | 4 | 87 | 7 | 111 | 9 | 126 | 11 | 759 | 70 |
| 4 Chilivani | 18 | 220 | 55 | 9 | 58 | 9 | 49 | 8 | 42 | 7 | 41 | 5 | 20 | 2 | 5 | 1 | 19 | 2 | 37 | 4 | 72 | 8 | 79 | 10 | 79 | 11 | 563 | 76 |
| 5 Osilo | 45 | 650 | 97 | 11 | 90 | 9 | 74 | 9 | 69 | 7 | 50 | 5 | 19 | 2 | 6 | 1 | 14 | 1 | 58 | 4 | 95 | 9 | 124 | 11 | 133 | 13 | 830 | 85 |
| 6 Planu Ladu (C.ra) | 44 | 187 | 75 | 9 | 67 | 7 | 59 | 7 | 51 | 7 | 44 | 5 | 16 | 2 | 5 | 1 | 11 | 1 | 43 | 4 | 68 | 7 | 83 | 8 | 91 | 10 | 616 | 68 |
| 7 Ploaghe | 48 | 420 | 104 | 11 | 105 | 9 | 77 | 9 | 68 | 8 | 53 | 6 | 24 | 3 | 9 | 1 | 11 | 1 | 60 | 5 | 90 | 8 | 114 | 10 | 131 | 13 | 849 | 85 |

Tabella 2 - *Medie pluviometriche stagionali.*

| Stazioni pluviometriche | Anni di oss. | Alt. msm | Precipitazioni e giorni piovosi medi stagionali | | | | | | Autunno (S-O-N) mm gp | |
|-------------------------|-----------------|-------------|---|----------------------------|-------------------------|--------------------------|----|---|--------------------------|----|
| | | | Inverno (D-G-F) mm gp | Primavera (M-A-M) mm gp | Estate (G-L-A) mm gp | Autunno (S-O-N) mm gp | | | | |
| 1 Ardara | 39 | 297 | 238 | 26 | 176 | 20 | 29 | 4 | 220 | 20 |
| 2 Caralzu (C.ra) | 43 | 559 | 345 | 30 | 182 | 17 | 45 | 4 | 258 | 20 |
| 3 Cargeghe | 45 | 334 | 301 | 27 | 175 | 19 | 30 | 4 | 246 | 20 |
| 4 Chilivani | 18 | 220 | 192 | 29 | 132 | 20 | 44 | 5 | 188 | 22 |
| 5 Osilo | 45 | 650 | 320 | 33 | 193 | 21 | 39 | 4 | 277 | 24 |
| 6 Planu Ladu (C.ra) | 44 | 187 | 233 | 26 | 154 | 19 | 32 | 4 | 194 | 19 |
| 7 Ploaghe | 48 | 420 | 340 | 33 | 198 | 23 | 44 | 5 | 264 | 23 |

- 3) Precipitazioni medie annuali;
- 4) Numero dei giorni piovosi medi annuali;
- 5) Precipitazioni medie stagionali.

Come si può osservare nelle tabelle n. 1 e 2, il periodo di osservazione per ciascuna delle stazioni varia dai 40 ai 50 anni; pertanto si possono ritenere statisticamente valide le considerazioni che ne derivano:

a) Le precipitazioni sono concentrate nei periodi tardo-autunnale, invernale e primaverile (95%). L'intensità e la durata delle piogge varia abbastanza regolarmente in questo periodo;

b) La massima aridità si verifica nei mesi estivi;

c) In ogni stazione, la quantità di precipitazioni varia irregolarmente nel corso dell'anno;

d) Le altitudini influiscono proporzionalmente sui valori delle precipitazioni;

e) La piovosità media sull'intera zona in studio oscilla intorno a 730 mm/anno.

Per quanto riguarda la termometria, vengono riportati i dati relativi alle stazioni limitrofe di Sassari, C.ra S. Giovanni Coghinas e Ozieri, che si riferiscono alle medie termometriche mensili e alle medie normali mensili dell'anno 1970 (Tab. 3). L'esame di queste tabelle ci consente di osservare

Tabella 3 - *Medie termometriche mensili e normali.*

| Stazione | Medie termometriche mensili - Anno 1970 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
| Ozieri | 9.6 | 8.1 | 9.3 | 12.5 | 16.4 | 22.7 | 24.4 | 25.3 | 23.5 | 16.8 | 13.6 | 9.6 |
| S. Giovanni Coghinas | 9.7 | 9.0 | 9.7 | 12.6 | 15.7 | 21.5 | 22.5 | 23.5 | 22.0 | 17.5 | 14.6 | 10.7 |
| Sassari | 10.3 | 8.9 | 10.0 | 13.5 | 17.0 | 23.1 | 24.1 | 24.6 | 23.0 | 17.3 | 13.5 | 10.5 |

| Stazione | Medie termometriche normali - Anno 1970 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
| Ozieri | 7.8 | 8.6 | 10.1 | 12.2 | 17.3 | 20.8 | 24.6 | 24.2 | 20.9 | 17.4 | 12.9 | 8.5 |
| S. Giovanni Coghinas | 8.7 | 9.1 | 11.1 | 13.5 | 17.0 | 20.9 | 23.7 | 23.9 | 21.3 | 17.5 | 13.5 | 10.1 |
| Sassari | 8.6 | 9.0 | 11.0 | 13.4 | 16.7 | 20.0 | 23.6 | 23.9 | 21.3 | 17.4 | 12.9 | 9.7 |

che le temperature medie mensili si discostano ben poco dalle medie normali mensili con valori che non superano i 2°C. Le temperature minime, inferiori ai 10°C, si registrano nel periodo invernale; nei restanti mesi si hanno temperature che da aprile a novembre variano tra i 12 e i 24 °C.

Idrografia.

La zona esaminata è ricca di incisioni idrografiche (Fig. 4): si tratta di letti di modesti torrenti, in gran parte dell'anno (aprile-ottobre) asciutti, che costituiscono il drenaggio naturale dell'acqua durante le precipitazioni.

L'andamento di questi corsi d'acqua, talvolta parallelo, è legato in gran parte a situazioni di carattere strutturale (fratture) e, limitatamente, a fenomeni erosivi; tuttavia entrambi questi aspetti hanno causato nel paesaggio delle incisioni più o meno profonde, minori in corrispondenza delle vulcaniti e maggiori in ambiente sedimentario.

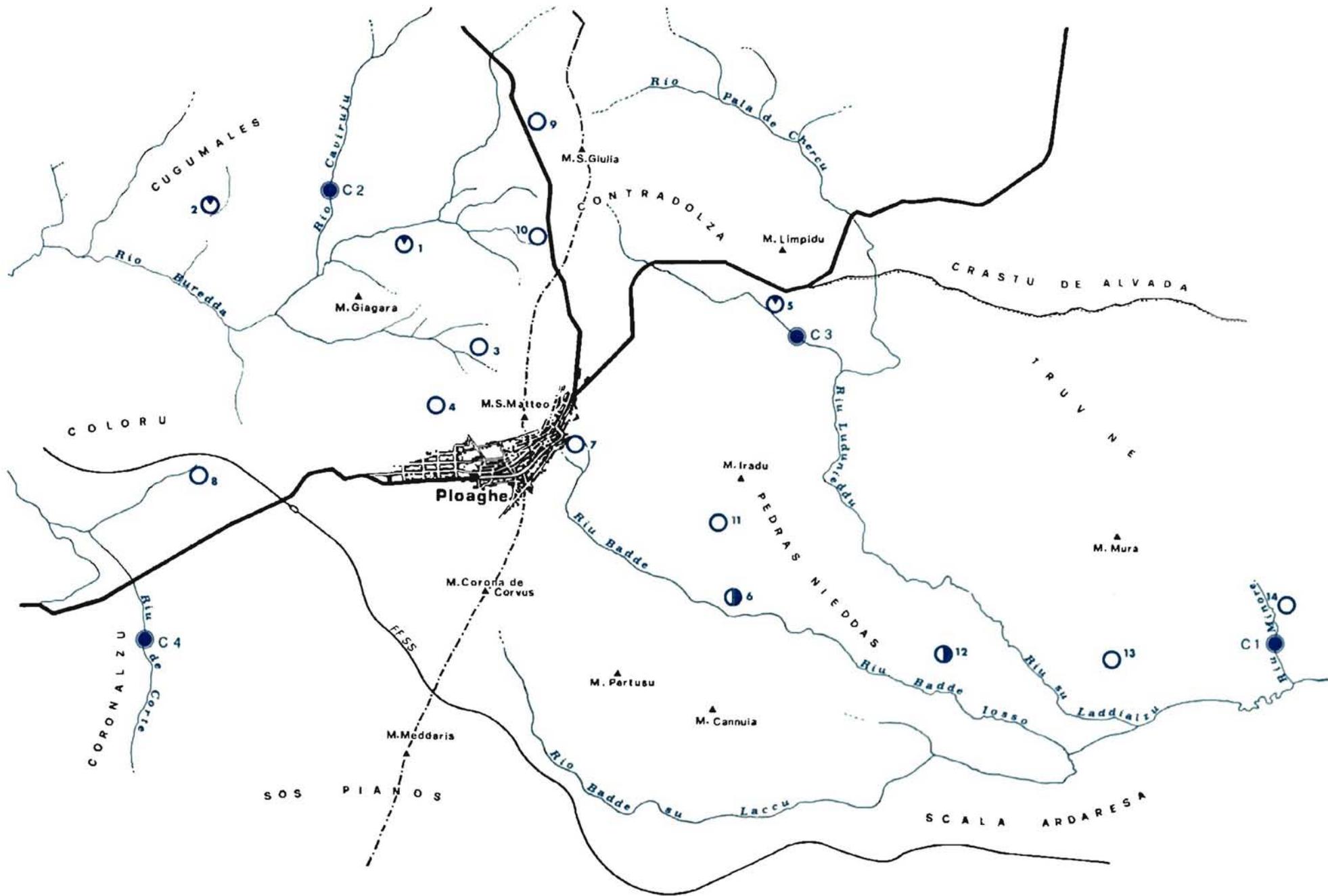
Il territorio, essendo percorso con direzione Nord-Sud dallo spartiacque che divide il bacino del Rio Mannu di Porto Torres da quello del Rio Mannu di Ozieri, può essere considerato zona alta di bacino e conseguentemente i suoi corsi d'acqua, a carattere stagionale, presentano elevate pendenze (Rio Buredda 9,7%; Rio Badde 5,4%; Rio Badde su Laccu 3,5%) e modeste portate.

Il corso d'acqua più importante è il Rio Laddialzu, cui confluiscono in località « Sa Tanca de sa Cheia » (259 msm) il Rio Badde Iosso, il Rio Badde su Laccu e il Rio Ludunieddu i quali, con direzione NW-SE, drenano buona parte del versante del Rio Mannu di Ozieri compreso nel territorio in esame. Ancora più modesta la presenza di corsi d'acqua nel versante opposto, in quest'area nasce il più grosso affluente del Rio Mannu di Porto Torres (Rio Mascari) che nella parte alta prende il nome di Rio Buredda.

IDROGEOLOGIA

Le formazioni presenti nel territorio in studio sono rappresentate da vulcaniti oligo-mioceniche (50%), sedimenti marini e lacustri medio-miocenici (35%), affioramenti basaltici, detriti di falda, alluvioni recenti ed attuali (15%) (Fig. 2).

Dal punto di vista idrogeologico, le vulcaniti oligo-mioceniche si comportano come rocce variamente permeabili, i calcari miocenici presentano



LEGENDA :

- Limite di bacino idrografico.
- C1 Prelievo di acqua superficiale.
- 3 Sorgenti cloruro-sodiche-bicarbonato-calciche.
- 1 Sorgenti cloruro-sodiche-bicarbonato-magnesiache.
- 6 Sorgenti bicarbonato-cloruro-calciche.

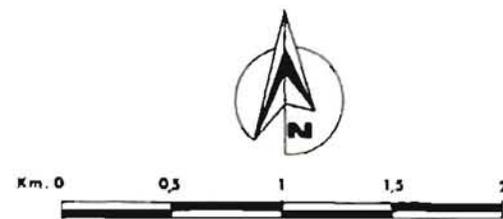


Fig. 4 - Idrografia e distribuzione areale delle famiglie di acque.

una parziale capacità di immagazzinare acqua, mentre più spiccata, è questa proprietà nelle vulcaniti recenti, nei depositi alluvionali e nei detriti di falda.

Nelle vulcaniti oligo-mioceniche la permeabilità è in funzione soprattutto della compattezza e dell'alterazione delle singole unità di raffreddamento (ad esempio le vulcaniti a chimismo più schiettamente basico, che con la loro fessurazione, consentono una certa permeabilità delle acque meteoriche superficiali).

Sono da considerare rocce semipermeabili i calcari miocenici e i calcari marnosi della formazione lacustre, che poggiano su vulcaniti oligo-mioceniche: in questi casi la relativa permeabilità è dovuta alla porosità interstiziale delle placche calcaree.

Il grado di permeabilità delle soprastanti colate basaltiche è legato essenzialmente alla presenza di fasci di fratture: esse interessano talvolta solo la parte superficiale dei depositi, ma più spesso l'intera potenza della colata stessa.

Le sorgenti presenti nella zona, pur numerose, sono quasi tutte di modesta portata, a circuito prevalentemente superficiale. Sono presenti tuttavia dei punti d'acqua particolarmente interessanti: nel loro chimismo infatti si sono potute riscontrare delle anomalie che fanno presupporre un approfondimento dei loro circuiti (n. 1, 2, 5).

Le manifestazioni censite sono quelle rappresentative della zona: i loro circuiti idrici possono essere così schematizzati (Fig. 5):

a) circolazione nelle vulcaniti antiche: si ha attraverso fratture; in genere si tratta di circuiti a sé stanti e sono gli unici che presentano una qualche probabilità di approfondimento;

b) circolazione nei calcari: avviene attraverso un acquifero esteso subsuperficialmente, alimentato dagli apporti meteorici e da acque di ruscellamento, che contribuiscono alla ricarica dell'acquifero stesso. Si tratta di modesti circuiti dove raramente avviene interazione tra acqua e roccia per la brevità dei tempi di contatto;

c) circolazione nelle vulcaniti recenti: è, in considerazione degli affioramenti, abbastanza modesta. L'acqua circolante nelle fratture di queste formazioni affiora alla base delle stesse sia al contatto con le formazioni marnose sottostanti che in corrispondenza di brusche variazioni di permeabilità, legate a faglie che pongono in contatto ambienti fessurati con ambienti impermeabili.

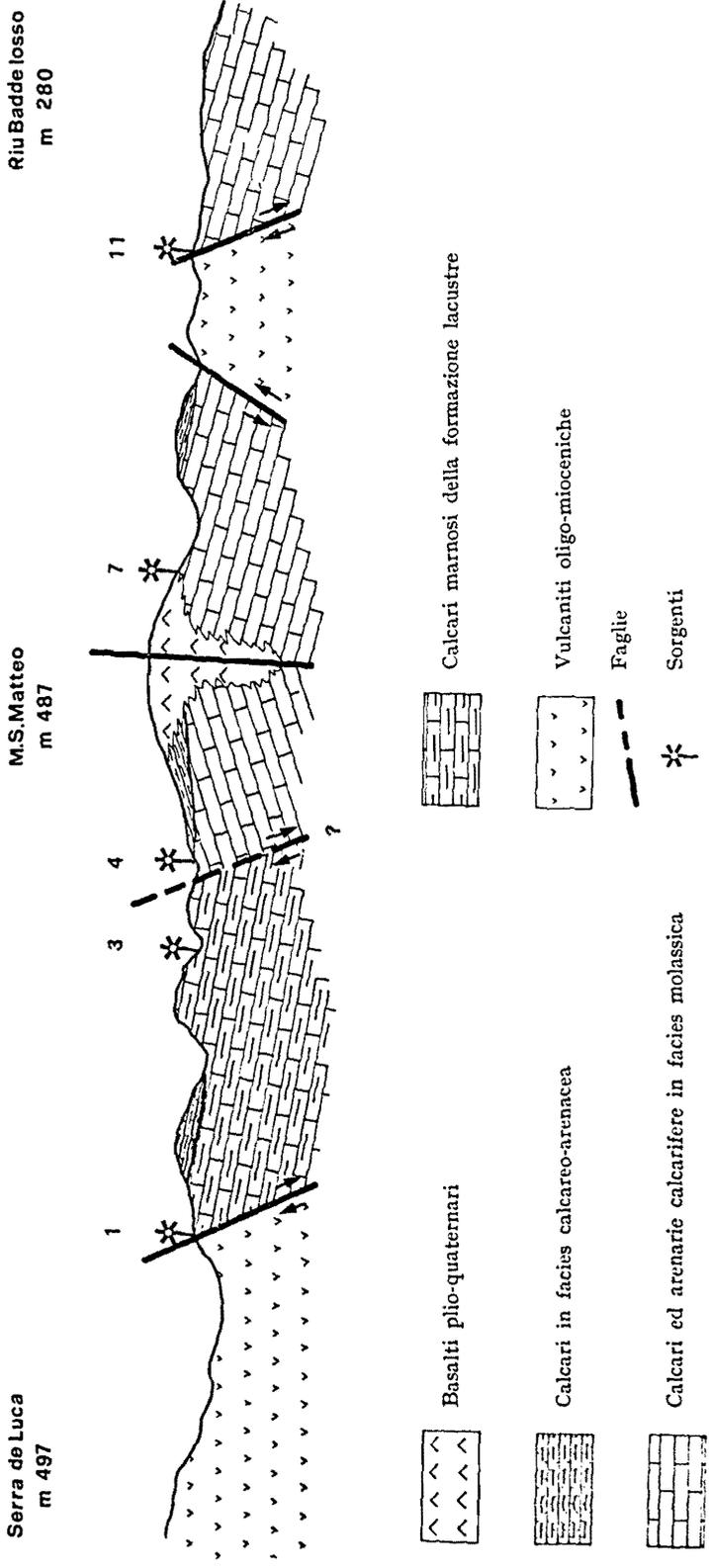


Fig. 5 - Sezione idrogeologica tipo del territorio in studio.

CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE

I punti d'acqua censiti, 14 sorgenti e 4 corsi d'acqua, sono stati campionati nei mesi di novembre e gennaio; come elemento comparativo, sono state prese in esame le acque di precipitazione di alcune stazioni limitrofe: Codaruina, Sassari, Torralba. Dall'esame dei dati analitici raccolti nelle tabelle 4, 5 e 6 e soprattutto dall'individuazione dei punti d'acqua sul diagramma di Piper (Fig. 6) e sui diagrammi di Schoeller (Fig. 7, 8, 9 e 10), possiamo dire quanto segue:

1) Le acque di precipitazione si collocano nel diagramma di Piper abbastanza ravvicinate; esse sono ricche di cloruri e, per quanto riguarda Torralba, stazione non adiacente al mare, a cationi non prevalenti, mentre Sassari e Codaruina presentano cationi (Na + K) prevalenti rispetto a (Ca + Mg). Particolare rilevanza assume la presenza di solfati nelle acque di precipitazione di Sassari, in gran parte legata all'inquinamento atmosferico dovuto al vicino complesso industriale di Porto Torres. La salinità oscilla fra 1,78 e 2,20 meq/l, valori abbastanza alti, dovuti essenzialmente alla natura altamente cloruro-alcalina di queste acque. I rapporti fra cationi ed anioni (Tab. 4) presentano delle variazioni abbastanza elevate, correlabili spesso con la provenienza direzionale dell'evento meteorico e con l'intensità del vento: si è potuto riscontrare infatti che le acque di precipitazione provenienti da W-NW sono più marcatamente cloruro-alcaline (DETTORI B., inedito).

2) Le acque superficiali (Tab. 5) si presentano diverse tra loro, con variazioni tra il 1° e 2° prelievo molto piccole, e comunque, nel periodo di maggiore precipitazione, a salinità più elevate. Tali differenze sono legate non tanto all'interazione acqua-roccia quanto al tipo di terreno con cui esse vengono a contatto ed ai sali che nel dilavamento portano in soluzione. L'estrema variabilità dei rapporti ionici conferma trattarsi di acque ad equilibrio chimico estremamente labile.

Tabella 4 - *Dati analitici delle acque di precipitazione.*

| Stazione Periodo di campionamento Totale mm di pioggia | Sassari | | | Codaruina | | | Torralba | | |
|---|-----------------------|-------|----|------------------------|-------|----|-----------------------|-------|----|
| | Ottobre-Maggio 555 | | | Dicembre-Giugno 408 | | | Gennaio-Maggio 342 | | |
| | mg/l | meq/l | % | mg/l | meq/l | % | mg/l | meq/l | % |
| Ione calcio | 4.47 | 0.22 | 25 | 3.85 | 0.19 | 21 | 5.84 | 0.29 | 36 |
| Ione magnesio | 1.68 | 0.13 | 15 | 1.88 | 0.15 | 16 | 1.36 | 0.11 | 14 |
| Ione sodio | 11.89 | 0.51 | 60 | 13.10 | 0.56 | 63 | 8.79 | 0.38 | 50 |
| Ione potassio | 0.75 | 0.02 | | 1.03 | 0.02 | | 0.95 | 0.02 | |
| Σ cationi | 18.79 | 0.88 | | 19.86 | 0.92 | | 16.94 | 0.80 | |
| Ione bicarbonato | 13.59 | 0.22 | 16 | 18.35 | 0.30 | 21 | 21.92 | 0.36 | 31 |
| Ione solforico | 15.78 | 0.32 | 23 | 9.69 | 0.20 | 14 | 8.25 | 0.17 | 15 |
| Ione cloro | 30.71 | 0.86 | 61 | 33.05 | 0.93 | 65 | 22.38 | 0.63 | 54 |
| Σ anioni | 60.08 | 1.40 | | 61.09 | 1.43 | | 52.55 | 1.16 | |
| Salinità totale | 72.08 | 2.17 | | 71.78 | 2.20 | | 58.53 | 1.78 | |
| $\frac{\text{Mg}}{\text{Ca}}$ | | 0.59 | | 0.79 | | | 0.38 | | |
| $\frac{\text{Ca}}{\text{Na} + \text{K}}$ | | 0.42 | | 0.33 | | | 0.73 | | |
| $\frac{\text{Na}}{\text{K}}$ | | 25.50 | | 28.00 | | | 19.00 | | |
| $\frac{\text{SO}_4}{\text{Cl}}$ | | 0.37 | | 0.22 | | | 0.27 | | |
| $\frac{\text{Cl} - (\text{Na} + \text{K})}{\text{Cl}}$ | | 0.38 | | 0.38 | | | 0.37 | | |

Tabella 6 - *Dati analitici delle sorgenti.*

| Numero del punto d'acqua Data del prelievo | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 13.11.75 | 16.01.76 | 13.11.75 | 16.01.76 | 13.11.75 | 16.01.76 | 06.11.75 | 15.01.76 |
| Temperatura dell'acqua °C | 15.00 | 15.00 | 19.00 | 18.00 | 15.00 | 18.00 | 16.00 | 15.00 |
| pH | 6.40 | 6.50 | 7.40 | 7.20 | 8.70 | 8.80 | 7.20 | 7.60 |
| Cond. elettrica K 18°C µS | 1500.00 | 1550.00 | 950.00 | 940.00 | 1750.00 | 1850.00 | 620.00 | 650.00 |
| Salinità meq/l | 34.70 | 34.23 | 24.27 | 21.20 | 39.81 | 40.26 | 13.27 | 13.42 |
| Ca meq/l | 1.00 | 3.56 | 1.42 | 2.56 | 1.85 | 1.71 | 2.00 | 2.14 |
| Mg » | 6.85 | 4.57 | 5.28 | 3.86 | 3.72 | 3.29 | 2.00 | 2.15 |
| Na » | 12.07 | 11.20 | 6.31 | 6.20 | 14.68 | 15.98 | 3.78 | 3.59 |
| K » | 0.19 | 0.18 | 0.12 | 0.11 | 0.31 | 0.26 | 0.19 | 0.19 |
| Na + K » | 12.26 | 11.38 | 6.43 | 6.31 | 14.99 | 16.24 | 3.91 | 3.75 |
| Σ Cationi » | 20.11 | 19.51 | 13.13 | 12.73 | 20.56 | 21.24 | 7.91 | 8.00 |
| Ca % | 5 | 18 | 11 | 20 | 9 | 8 | 25 | 26 |
| Mg % | 34 | 24 | 40 | 30 | 18 | 16 | 25 | 27 |
| Na + K % | 61 | 58 | 49 | 50 | 73 | 76 | 50 | 47 |
| HCO ₃ meq/l | 9.10 | 9.90 | 6.10 | 6.30 | 3.10 | 2.80 | 2.40 | 2.90 |
| SO ₄ » | 0.83 | 0.96 | 0.69 | 0.51 | 2.08 | 2.00 | 0.96 | 0.77 |
| Cl » | 9.21 | 8.81 | 4.40 | 4.81 | 15.62 | 15.62 | 3.20 | 3.20 |
| Σ Anioni » | 19.14 | 19.67 | 11.19 | 11.62 | 20.80 | 20.42 | 6.56 | 6.87 |
| HCO ₃ % | 48 | 50 | 55 | 54 | 15 | 14 | 37 | 42 |
| SO ₄ % | 4 | 5 | 6 | 4 | 10 | 10 | 14 | 11 |
| Cl % | 48 | 45 | 39 | 41 | 75 | 76 | 49 | 47 |
| Mg | 6.85 | 1.28 | 3.72 | 1.51 | 2.01 | 1.92 | 1.00 | 1.00 |
| Ca | 0.08 | 0.31 | 0.22 | 0.41 | 0.12 | 0.11 | 0.51 | 0.57 |
| Na + K | 63.53 | 62.22 | 52.58 | 56.36 | 47.35 | 61.46 | 29.08 | 18.89 |
| SO ₄ | 0.09 | 0.11 | 0.16 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.30 | 0.24 |
| Cl | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Cl - (Na + K) | — | — | — | — | 0.04 | — | — | — |

| Numero del punto d'acqua Data del prelievo | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 09.11.75 | 24.01.76 | 15.11.75 | 16.01.76 | 09.11.75 | 17.01.76 | 09.11.75 | 17.01.76 | 09.11.75 | 16.01.76 |
| Temperatura dell'acqua °C | 16.00 | 13.00 | 10.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 14.00 | 10.00 | 12.00 | 17.00 |
| pH | 7.20 | 7.40 | 7.90 | 7.80 | 7.40 | 7.80 | 8.30 | 8.30 | 6.40 | 6.70 |
| Cond. elettrica K 18°C µS | 950.00 | 950.00 | 1900.00 | 1900.00 | 600.00 | 580.00 | 1900.00 | 1950.00 | 700.00 | 710.00 |
| Salinità | 22.38 | 21.73 | 45.20 | 42.92 | 12.68 | 12.44 | 42.44 | 44.87 | 15.91 | 17.53 |
| Ca | 2.85 | 3.14 | 4.56 | 3.42 | 3.14 | 3.71 | 3.71 | 4.70 | 1.00 | 1.43 |
| Mg | 3.43 | 3.14 | 5.57 | 6.00 | 3.00 | 2.00 | 6.71 | 6.00 | 2.15 | 3.00 |
| Na | 6.74 | 5.98 | 14.72 | 14.24 | 2.00 | 1.74 | 12.40 | 13.59 | 5.22 | 5.00 |
| K | 0.11 | 0.10 | 0.22 | 0.23 | 0.03 | 0.03 | 0.20 | 0.19 | 0.16 | 0.16 |
| Na + K | 6.85 | 6.08 | 14.94 | 14.47 | 2.03 | 1.77 | 12.60 | 13.78 | 5.38 | 5.16 |
| Σ Cationi | 13.13 | 12.36 | 25.07 | 23.89 | 8.17 | 7.48 | 23.02 | 24.48 | 8.53 | 9.59 |
| Ca | 22 | 25 | 18 | 14 | 38 | 49 | 16 | 19 | 12 | 15 |
| Mg | 26 | 26 | 22 | 25 | 37 | 27 | 29 | 25 | 25 | 31 |
| Na + K | 52 | 49 | 60 | 61 | 25 | 24 | 55 | 56 | 63 | 54 |
| HCO ₃ | 5.10 | 5.60 | 7.20 | 8.30 | 2.60 | 4.20 | 4.10 | 6.10 | 1.20 | 1.20 |
| SO ₄ | 0.69 | 0.56 | 1.71 | 1.66 | 0.81 | 0.46 | 1.35 | 1.27 | 0.77 | 0.53 |
| Cl | 6.01 | 6.01 | 14.82 | 13.22 | 2.40 | 2.40 | 16.02 | 16.02 | 6.01 | 6.81 |
| Σ Anioni | 11.80 | 12.17 | 23.73 | 23.18 | 5.81 | 7.06 | 21.47 | 23.39 | 7.98 | 8.54 |
| HCO ₃ | 43 | 46 | 30 | 36 | 45 | 59 | 19 | 26 | 15 | 14 |
| SO ₄ | 6 | 5 | 7 | 7 | 14 | 7 | 6 | 5 | 10 | 6 |
| Cl | 51 | 49 | 63 | 57 | 41 | 34 | 75 | 69 | 75 | 80 |
| Mg | 1.20 | 1.00 | 1.22 | 1.75 | 0.96 | 0.54 | 1.81 | 1.28 | 2.15 | 2.10 |
| Ca | 0.42 | 0.52 | 0.31 | 0.24 | 1.55 | 2.10 | 0.29 | 0.34 | 0.19 | 0.28 |
| Ca | | | | | | | | | | |
| Na + K | 61.27 | 59.80 | 66.91 | 61.91 | 66.66 | 58.00 | 62.00 | 71.53 | 32.62 | 31.25 |
| Na | | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | | |
| SO ₄ | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.34 | 0.19 | 0.08 | 0.08 | 0.13 | 0.08 |
| Cl | | | | | | | | | | |
| Cl - (Na + K) | | | | | | | | | | |
| Cl | | | | | 0.15 | 0.26 | 0.21 | 0.14 | 0.10 | 0.24 |

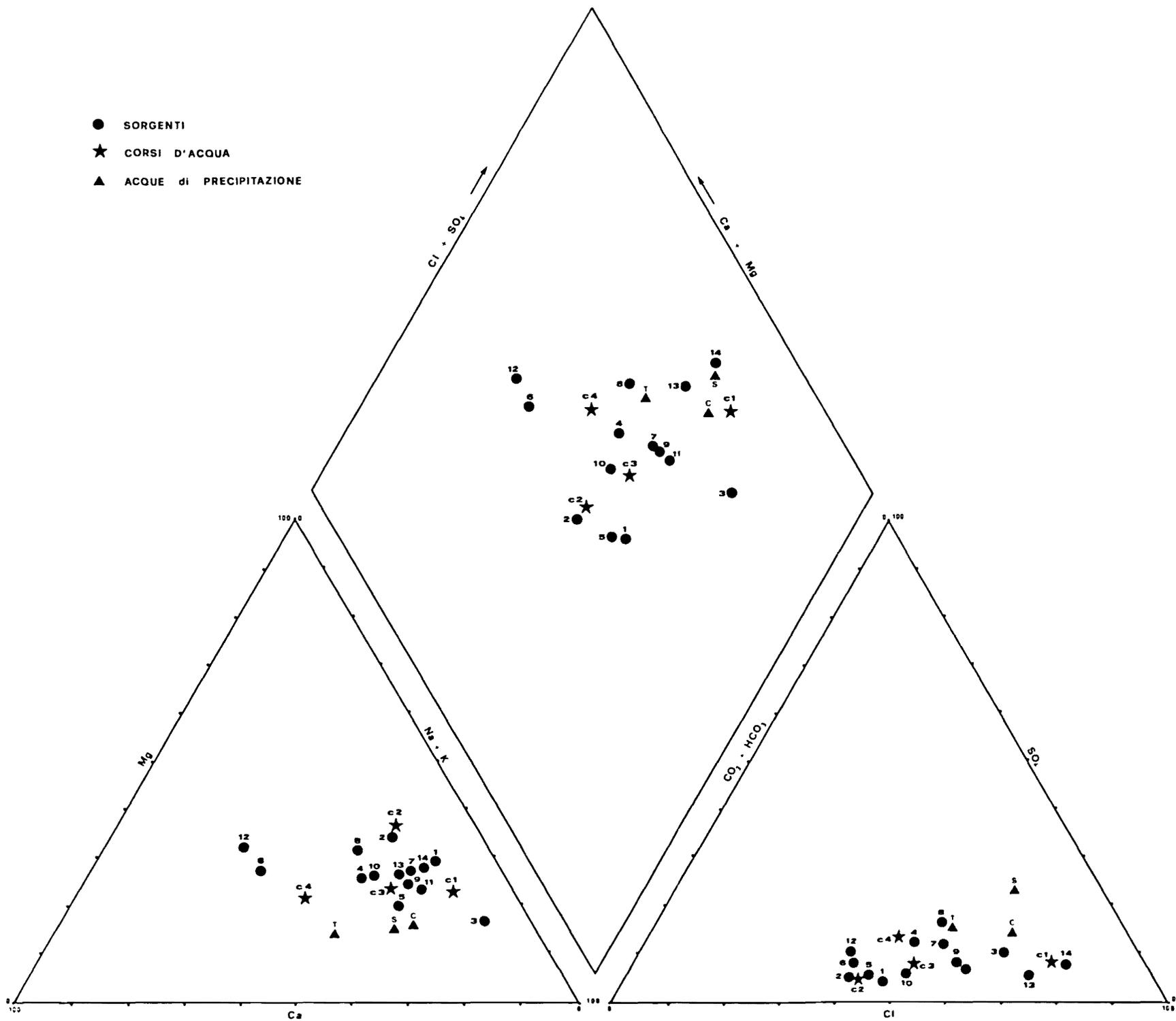


Fig. 6 - Diagramma di Piper.

3) Le acque sorgentizie, anche se non presentano importanti variazioni nei rapporti ionici, dall'analisi del diagramma di Piper (Fig. 6), e di Schoeller (Fig. 8, 9 e 10) possono essere distinte nelle seguenti famiglie:

— acque di tipo bicarbonato-cloruro-calciche (Fig. 8): vi appartengono le sorgenti n. 6 e 12. Esse presentano una salinità compresa tra 12 e 17 meq/l, l'anione principale è rappresentato dall' HCO_3 , che raggiunge valori di 5 meq/l, seguito dal Cl, mentre lo ione SO_4 presenta tenori piuttosto modesti (0,60 meq/l). Tra i cationi predomina il Ca (4 meq/l) nei confronti degli ioni Mg (3,5 meq/l) e Na (3,0 meq/l).

— Acque di tipo cloruro-sodiche-bicarbonato-magnesiache (Fig. 9): vi appartengono le sorgenti n. 1, 2 e 5, nelle quali l'arricchimento di sodio e potassio e l'elevata presenza dello ione Mg, maggiore di 2,5 meq/l, sono da mettere in relazione con lo stato di profonda alterazione delle lave andesitiche in cui queste acque hanno circolato.

— Acque cloruro-sodiche-bicarbonato-calciche (Fig. 10): vi appartengono le acque di tutte le altre sorgenti; i valori maggiori per quanto riguarda gli ioni Cl e (Na + K) si hanno nelle sorgenti n. 3, 11 e 13, per quanto riguarda gli ioni HCO_3 e Ca si hanno nelle sorgenti n. 9, 10 e 11. Questa famiglia presenta variazioni sensibili nella sua composizione; in particolare i solfati variano tra 0,5 ed 2,0 meq/l.

In base alle risultanze dei dati analitici (Tab. 4, 5 e 6) e tenendo presente la situazione geologica locale, si può tentare una ricostruzione dei circuiti idrici che danno origine alle emergenze della zona di Ploaghe.

Dall'osservazione del diagramma di Piper (Fig. 11) si nota come i punti caratterizzanti le varie emergenze costituiscono 3 insiemi, disposti rispettivamente nel campo retto da acidi deboli e metalli alcalino-terrosi (I), in quello retto da acidi deboli e metalli alcalini (II), ed infine nel campo retto da acidi forti e metalli alcalini (III). A quest'ultimo insieme, nel quale vengono a cadere la maggior parte delle sorgenti, appartengono anche, per quanto riguarda esclusivamente la loro composizione chimica, le acque di precipitazione meteorica.

È possibile osservare inoltre che i punti compresi negli insiemi I e III vengono a disporsi lungo 2 allineamenti, tra loro divergenti: al primo (indicato nel diagramma con a) appartengono i punti d'acqua n. 12, 8, 13 e 14; il secondo (indicato con b) è dato dai punti d'acqua n. 6, 4, 7, 9, 11 e 3.

Il passaggio progressivo dal campo controllato dalla presenza dello ione HCO_3 a quello controllato dallo ione Cl è da mettere in relazione con

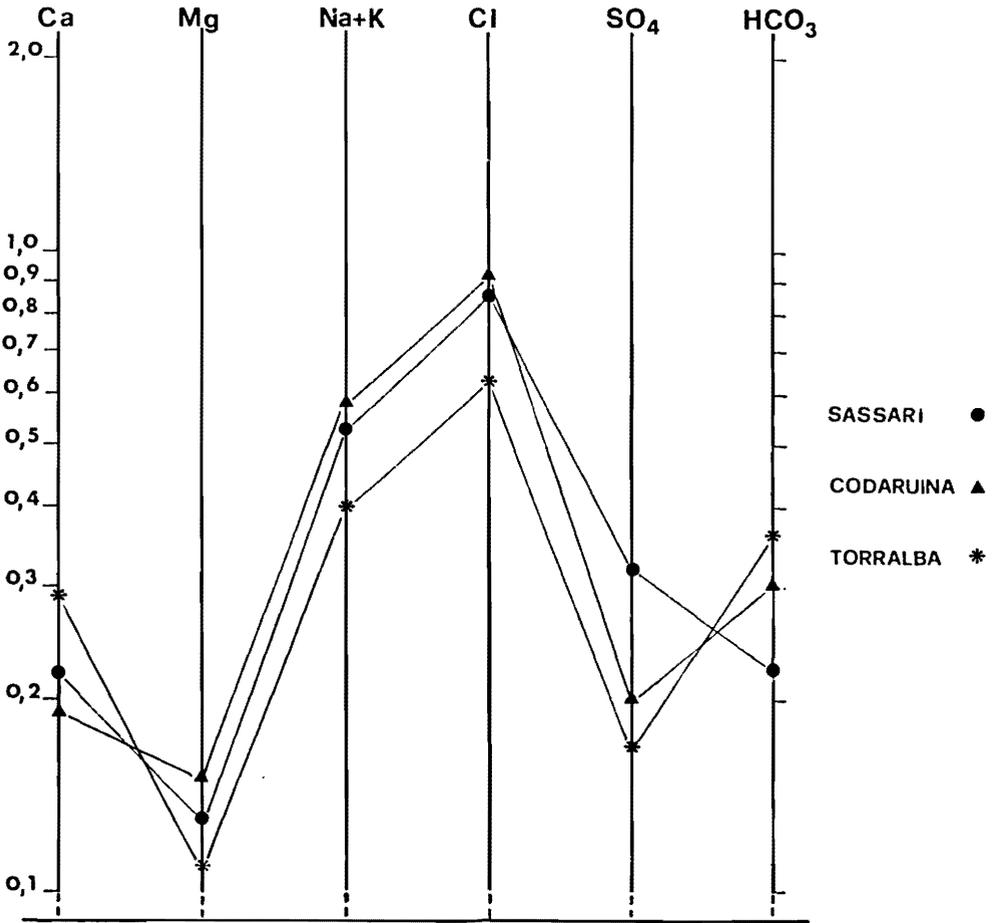


Fig. 7 - Contenuti salini delle acque di precipitazione (meq/l).

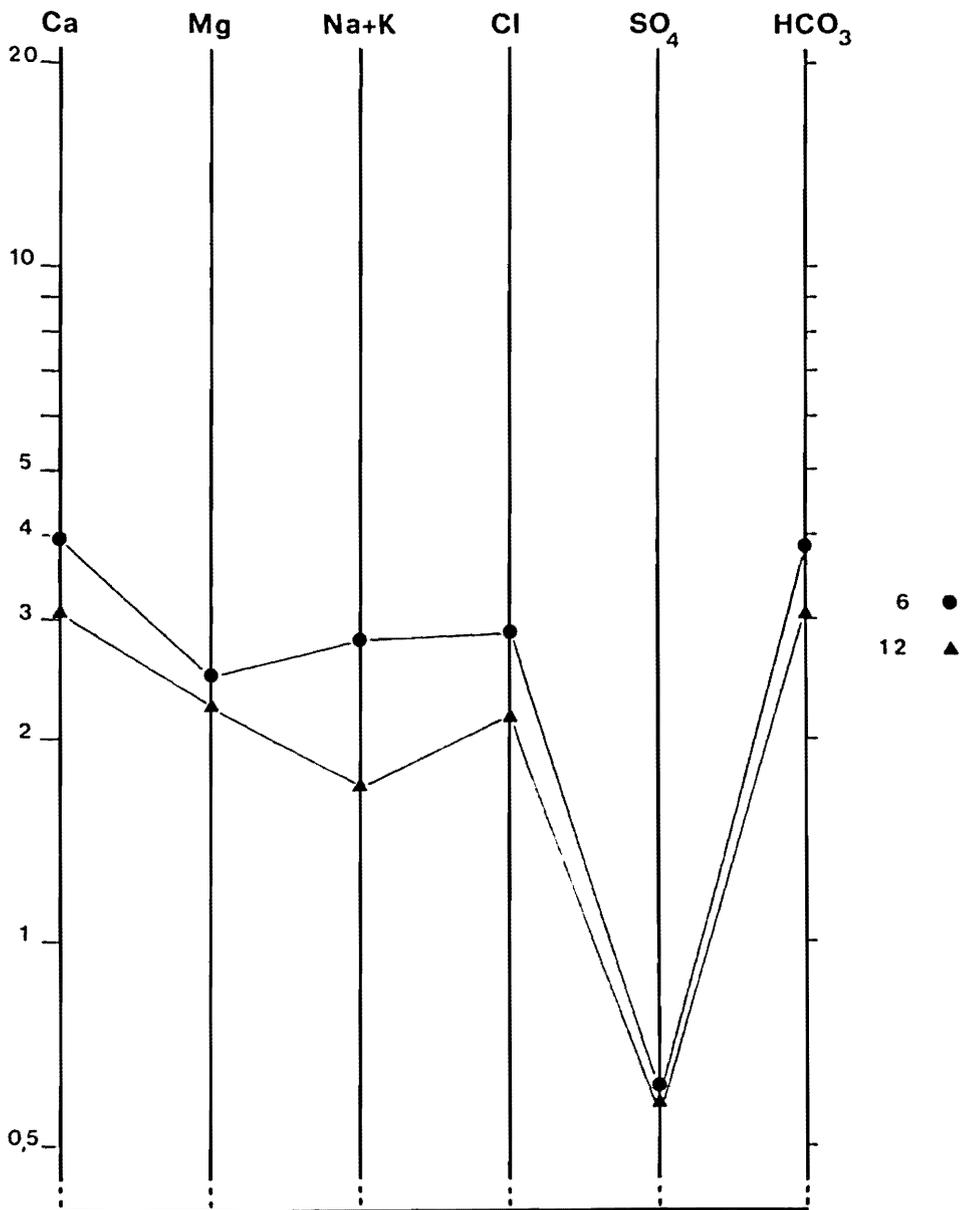


Fig. 8 - Contenuti salini delle acque bicarbonato-cloruro-calciche (meq/l).

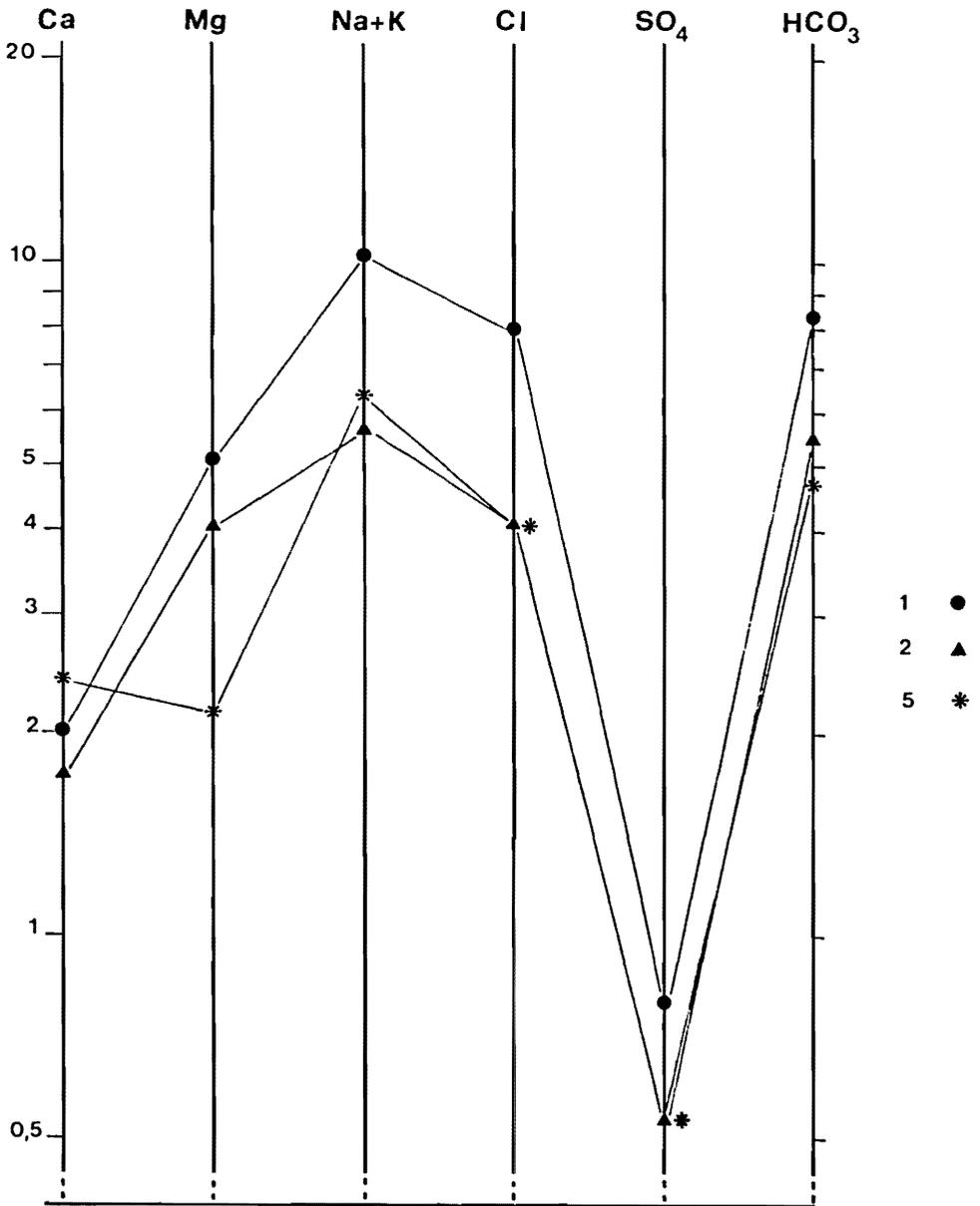


Fig. 9 - Contenuti salini delle acque cloruro-sodico-bicarbonato-magnesiache (meq/l).

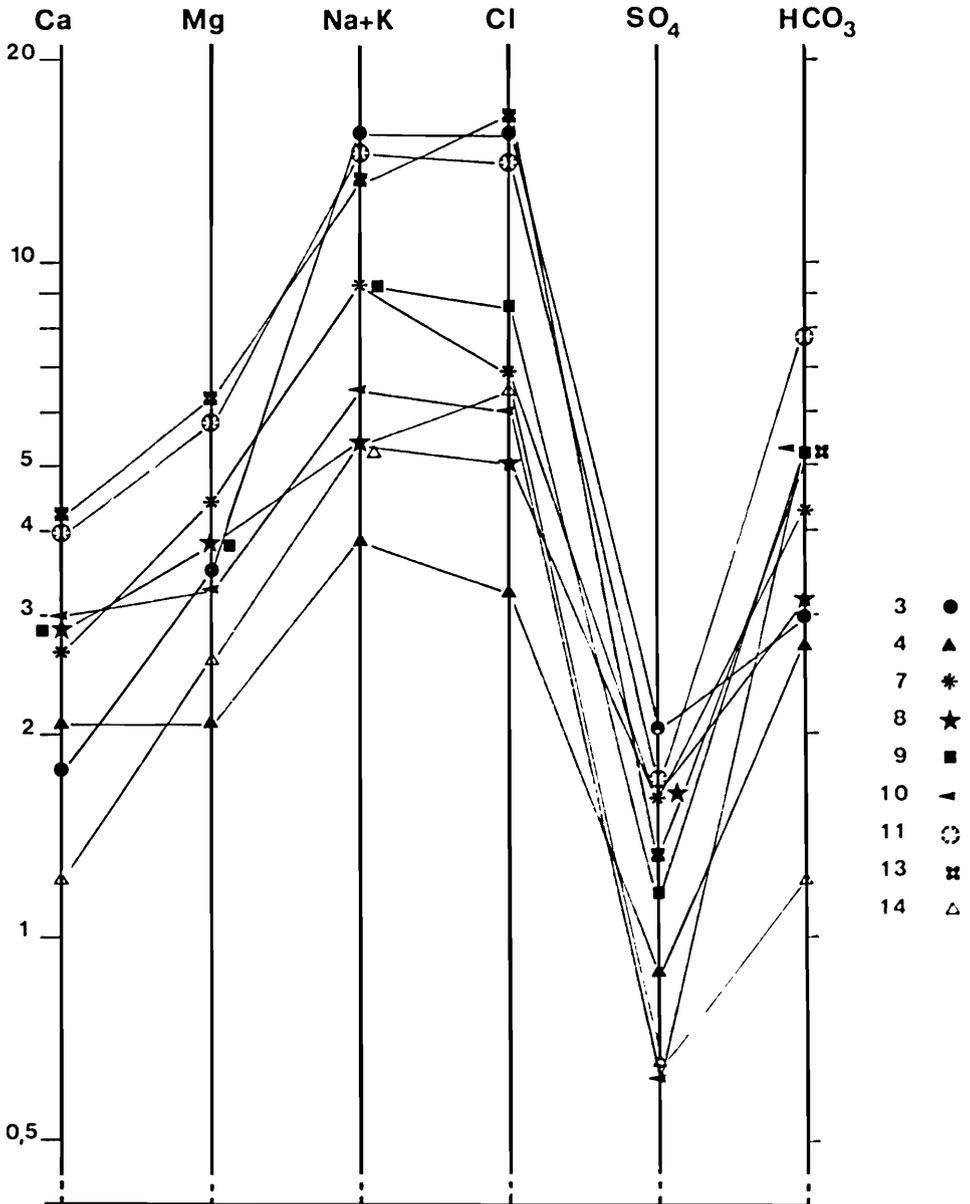


Fig. 10 - Contenuti salini delle acque cloruro-sodiche-bicarbonato-calciche (meq/l).

una progressiva « maturazione » delle acque dovuta ad un maggior tempo di contatto con le rocce. Questo fatto è dimostrato anche dal carico salino delle acque stesse, che tende appunto ad aumentare man mano che ci si sposta verso il campo destro del diagramma (Fig. 11).

In relazione a quanto esposto, si può quindi affermare che le acque di Ploaghe comprese negli insiemi I e III del diagramma di Piper appartengono ad una circolazione più o meno superficiale: la componente bicarbonica di queste acque è probabilmente legata alla CO₂ atmosferica e a quella derivante dalla presenza, in regime umido, di un suolo ricoperto da abbondante vegetazione. Queste acque modificano la loro composizione, che va arricchendosi in cloruri secondo le direttrici a e b, per progressivo approfondimento della circolazione, limitatamente sempre allo spessore delle formazioni permeabili del ciclo di neo-sedimentazione, o per maggiore lunghezza del circuito stesso tra area di ricarica e punto di emergenza.

Circuiti più profondi si possono ipotizzare per i soli punti d'acqua n. 1, 2 e 5 (II insieme); in particolare la loro circolazione avviene nelle vulcaniti antiche secondo linee di frattura preferenziali che potrebbero essere, talvolta, tra loro comunicanti.

CONCLUSIONI

L'esame di queste emergenze porta alle seguenti conclusioni di tipo geochimico:

- a) Le analisi chimiche convalidano le ipotesi geologiche formulate.
- b) Dal punto di vista geochimico distinguiamo 3 tipi di acque, le quali sono tra loro collegabili e rispecchiano, per il progressivo arricchimento in sali, i tipi di roccia in cui hanno circolato e l'ampiezza del loro circuito.

Dal punto di vista idrogeologico, siamo in presenza di un'area le cui manifestazioni sorgentizie presentano circuiti a sé stanti per circolazione in fratture. Nel complesso si può ritenere che la zona non sia caratterizzata da un solo acquifero, ma da più acquiferi, che, localmente, possono tra loro venire in comunicazione attraverso fratture e livelli di permeabilità particolari sempre presenti nelle formazioni litologiche della nostra zona.

- SORGENTI
- ★ CORSI D'ACQUA
- ▲ ACQUE di PRECIPITAZIONE

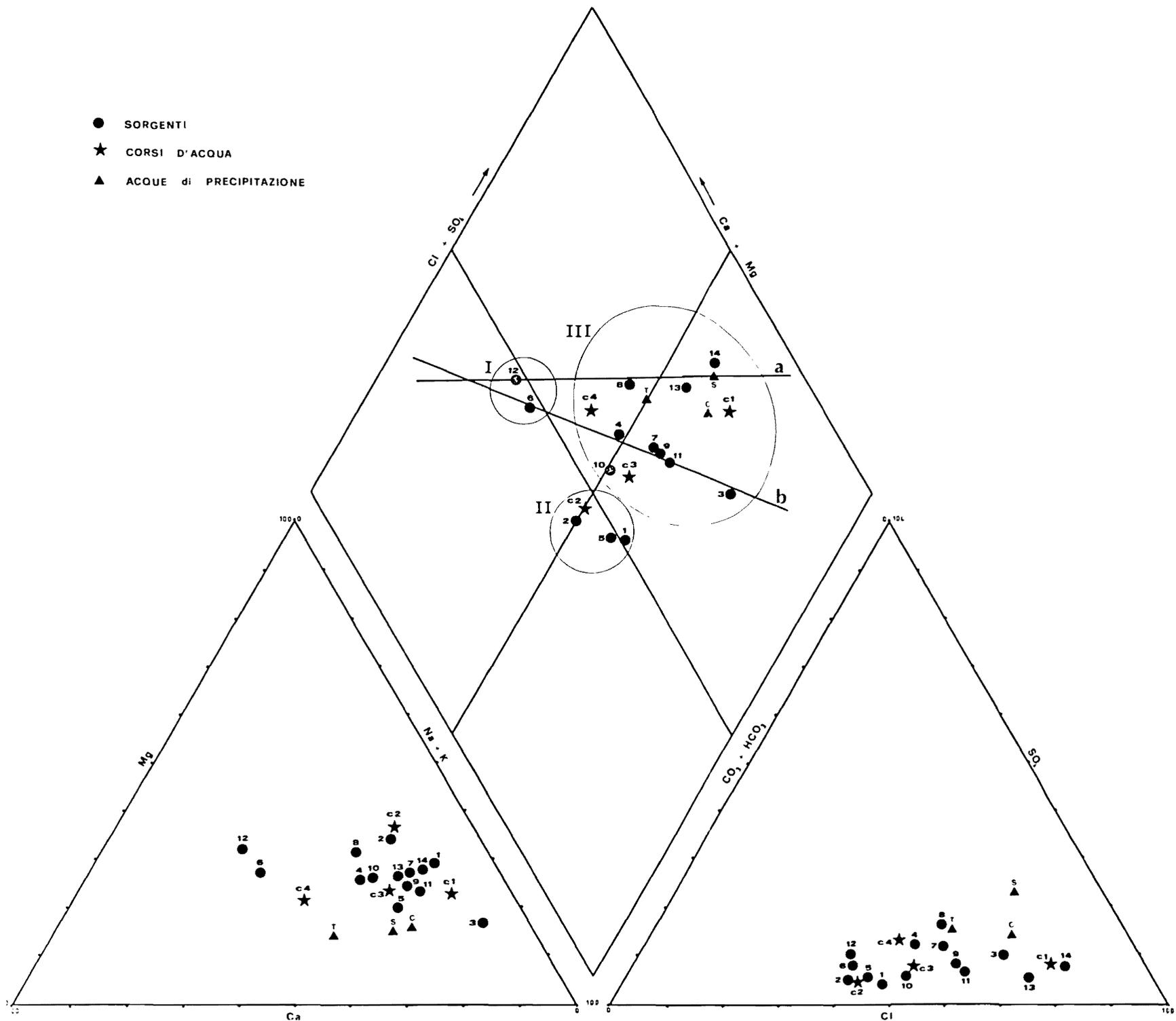


Fig. 11 - Diagramma di Piper.

Analisi fisiche, fisico-chimiche e chimiche dei corsi d'acqua censiti.

| Numero del punto d'acqua Denominazione Comune Località Corso d'acqua Quota (msm) (prelievo) | C ₁ | | C ₂ | | C ₃ | | C ₄ | |
|--|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Rio Minore Ardara | Rio Cavi Ruju Ploaghe Cavi Ruju | Rio Ludunieddu Ploaghe Othilla | Rio de Corte Ploaghe Coronalzu | Rio Minore Sa Tanca de sa Cheia Rio Minore | Rio Cavi Ruju Ploaghe Cavi Ruju | Rio Ludunieddu Ploaghe Othilla | Rio de Corte Ploaghe Coronalzu |
| | 265 | 310 | 348 | 300 | | | | |
| Data del prelievo | 09.11.75 | 13.11.75 | 15.11.75 | 15.11.75 | 16.01.76 | 16.01.76 | 17.01.76 | 17.01.76 |
| Temperatura dell'aria °C | 17.0 | 14.0 | 18.0 | 14.0 | 11.0 | 11.0 | 8.0 | 12.0 |
| Temperatura dell'acqua °C | 16.0 | 14.0 | 15.0 | 14.0 | 11.0 | 11.0 | 12.0 | 10.0 |
| pH | 7.5 | 7.8 | 7.6 | 7.8 | 7.9 | 7.9 | 7.7 | 7.8 |
| Cond. elettr. K 18°C µS | 850.0 | 1100.0 | 1140.0 | 1100.0 | 980.0 | 980.0 | 1170.0 | 740.0 |
| Residuo fisso a 110°C mg/l | 710.0 | 840.0 | 850.0 | 840.0 | 780.0 | 780.0 | 870.0 | 590.0 |
| Durezza totale | 171.4 | 342.9 | 314.3 | 342.9 | 364.3 | 364.3 | 350.0 | 257.2 |
| Durezza temporanea | 14.3 | 78.6 | 50.0 | 78.6 | 235.7 | 235.7 | 57.1 | 157.2 |
| Durezza permanente | 157.1 | 264.3 | 264.3 | 264.3 | 128.6 | 128.6 | 292.9 | 200.0 |
| Durezza calcica | 50.0 | 57.1 | 150.0 | 57.1 | 128.6 | 128.6 | 164.3 | 185.7 |
| Durezza magnesiacca | 121.4 | 271.5 | 164.3 | 271.5 | 235.7 | 235.7 | 185.7 | 171.5 |
| Ione calcio | 20.0 | 28.6 | 60.0 | 28.6 | 51.4 | 51.4 | 65.7 | 74.3 |
| Ione magnesio | 29.5 | 66.0 | 40.0 | 66.0 | 57.3 | 57.3 | 45.2 | 17.4 |
| Ione sodio | 150.0 | 155.0 | 192.5 | 155.0 | 165.0 | 165.0 | 170.0 | 73.5 |
| Ione potassio | 6.2 | 4.8 | 13.8 | 4.8 | 3.9 | 3.9 | 13.2 | 2.0 |
| Ione bicarbonato | 98.0 | 452.0 | 409.0 | 452.0 | 470.0 | 470.0 | 342.0 | 262.0 |
| Ione solforico | 37.0 | 33.0 | 46.0 | 33.0 | 29.0 | 29.0 | 61.0 | 47.0 |
| Ione cloro | 255.6 | 213.0 | 241.4 | 213.0 | 218.8 | 218.8 | 298.2 | 127.8 |

Analisi fisiche, fisico-chimiche e chimiche delle sorgenti censite.

| Numero del punto d'acqua Denominazione Comune Località | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|--|--|--|---|-----------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|
| | F.na Ploaghe Cobesciata Rio Buredda | F.na Ploaghe Santuzzu Rio Buredda | F.na Ploaghe Santuzzu Rio Buredda | F.na Ploaghe Laccheddu Rio Buredda | F.na Ploaghe Domaiore | F.na Ploaghe Domaiore | F.na Ploaghe Otthila Rio Ludunieddu | F.na Ploaghe Otthila Rio Ludunieddu | F.na Ploaghe Otthila Rio Ludunieddu | F.na Ploaghe Otthila Rio Ludunieddu |
| Quota (msm) | 350 | 320 | 425 | 400 | 370 | | | | | |
| Data del prelievo | 13.11.75 | 16.01.76 | 13.11.75 | 16.01.76 | 13.11.75 | 16.01.76 | 06.11.75 | 15.01.76 | 15.11.75 | 17.01.76 |
| Temperatura dell'aria °C | 14.0 | 15.0 | 15.0 | 11.0 | 15.0 | 11.0 | 15.0 | 10.0 | 18.0 | 8.0 |
| Temperatura dell'acqua °C | 15.0 | 15.0 | 19.0 | 18.0 | 15.0 | 18.0 | 16.0 | 15.0 | 18.0 | 15.0 |
| Portata l/s | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 0.1 |
| pH | 6.4 | 6.5 | 7.4 | 7.2 | 8.7 | 8.8 | 7.2 | 7.6 | 5.8 | 5.7 |
| Cond. elettr. K 18°C µS | 1500.0 | 1550.0 | 950.0 | 940.0 | 1750.0 | 1850.0 | 620.0 | 650.0 | 860.0 | 880.0 |
| Residuo fisso a 110°C . mg/l | 1160.0 | 1090.0 | 740.0 | 660.0 | 1350.0 | 1230.0 | 550.0 | 530.0 | 740.0 | 700.0 |
| Durezza totale | 392.9 | 407.2 | 321.5 | 321.5 | 278.6 | 250.0 | 200.0 | 214.3 | 257.2 | 257.2 |
| Durezza temporanea | 164.3 | 257.2 | 121.5 | 207.2 | 21.4 | 78.6 | 0.0 | 50.0 | 114.3 | 85.7 |
| Durezza permanente | 228.6 | 150.0 | 200.0 | 114.3 | 257.2 | 171.4 | 200.0 | 164.3 | 142.9 | 171.5 |
| Durezza calcica | 50.0 | 178.6 | 57.2 | 128.6 | 92.9 | 85.7 | 100.0 | 107.2 | 128.6 | 142.9 |
| Durezza magnesiacca | 342.9 | 228.6 | 264.3 | 192.9 | 185.7 | 164.3 | 100.0 | 107.1 | 128.6 | 114.3 |
| Ione calcio | 20.0 | 71.4 | 22.9 | 51.4 | 37.1 | 34.3 | 40.0 | 42.9 | 51.4 | 57.1 |
| Ione magnesio | 83.3 | 55.6 | 64.2 | 46.9 | 45.2 | 40.0 | 24.3 | 26.1 | 31.3 | 27.8 |
| Ione sodio | 277.5 | 257.5 | 145.0 | 142.5 | 337.5 | 367.5 | 87.0 | 82.5 | 165.0 | 150.0 |
| Ione potassio | 7.5 | 6.9 | 4.8 | 4.3 | 12.0 | 10.1 | 5.2 | 7.5 | 10.9 | 10.9 |
| Ione bicarbonato | 555.0 | 604.0 | 372.0 | 384.0 | 189.0 | 171.0 | 146.0 | 177.0 | 323.0 | 336.0 |
| Ione solforico | 40.0 | 46.0 | 33.0 | 24.5 | 100.0 | 96.0 | 46.0 | 37.0 | 31.0 | 26.5 |
| Ione cloro | 326.6 | 312.4 | 156.2 | 170.4 | 553.8 | 553.8 | 113.6 | 113.6 | 156.2 | 170.4 |
| Silice | — | — | — | — | — | — | — | 32.5 | — | 76.0 |

Segue

| Numero del punto d'acqua Denominazione | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------|---------------|-------------|--------------|----------|
| F.na | F.na | F.na | F.na | F.na | F.na |
| Mariannonna | Manna | S. Sebastiano | Pattu Argu | Corvu | |
| Ploaghe | Ploaghe | Ploaghe | Ploaghe | Ploaghe | |
| Mariannonna | Zaccaria | S. Sebastiano | Aiduentos | Su Furighesu | |
| Rio Badde | Rio Badde | Rio Riuttu | Rio Buredda | Rio Buredda | |
| 308 | 400 | 320 | 480 | 440 | |
| | | | | | |
| Data del prelievo | 09.11.75 | 17.01.76 | 05.11.75 | 15.01.76 | 15.11.75 |
| Temperatura dell'aria °C | 14.0 | 13.0 | 18.0 | 11.0 | 11.0 |
| Temperatura dell'acqua °C | 16.0 | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 16.0 |
| Portata l/s | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 1.8 |
| | | | | | 2.0 |
| pH | 6.9 | 7.3 | 7.9 | 7.9 | 7.3 |
| Cond. elettr. K 18°C µS | 720.0 | 750.0 | 1260.0 | 1350.0 | 950.0 |
| Residuo fisso a 110°C mg/l | 610.0 | 590.0 | 1160.0 | 1050.0 | 830.0 |
| Durezza totale | 328.6 | 392.9 | 357.2 | 350.0 | 328.6 |
| Durezza temporanea | 135.7 | 264.3 | 92.9 | 57.1 | 21.4 |
| Durezza permanente | 192.9 | 128.6 | 264.3 | 292.9 | 307.2 |
| Durezza calcica | 228.6 | 214.3 | 100.0 | 164.3 | 142.9 |
| Durezza magnesiacca | 100.0 | 178.6 | 257.2 | 185.7 | 200.0 |
| Ione calcio | 91.4 | 85.7 | 40.0 | 65.7 | 57.1 |
| Ione magnesio | 24.3 | 43.4 | 62.5 | 45.2 | 48.6 |
| Ione sodio | 67.5 | 61.0 | 197.5 | 175.0 | 120.0 |
| Ione potassio | 13.8 | 12.6 | 50.2 | 44.0 | 19.3 |
| Ione bicarbonato | 220.0 | 305.0 | 244.0 | 281.0 | 189.0 |
| Ione solforico | 37.0 | 29.0 | 80.0 | 74.0 | 93.0 |
| Ione cloro | 113.6 | 113.6 | 241.4 | 241.4 | 184.6 |
| Silice | — | — | — | 38.0 | — |
| | | | | | 27.6 |
| | | | | | 7.3 |
| | | | | | 7.5 |
| | | | | | 7.2 |
| | | | | | 950.0 |
| | | | | | 950.0 |
| | | | | | 710.0 |
| | | | | | 314.3 |
| | | | | | 164.3 |
| | | | | | 150.0 |
| | | | | | 157.2 |
| | | | | | 157.1 |
| | | | | | 62.9 |
| | | | | | 38.2 |
| | | | | | 137.5 |
| | | | | | 3.9 |
| | | | | | 311.0 |
| | | | | | 342.0 |
| | | | | | 27.0 |
| | | | | | 213.0 |
| | | | | | — |
| | | | | | 22.9 |

Segue

| Numero del punto d'acqua Denominazione Comune Località Corso d'acqua Quota (msm) | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | |
|---|--|----------|--|----------|---|----------|--|----------|
| | F.na Giogasana Ploaghe Giogasana | 350 | F.na Badde Iosso Ploaghe Badde Iosso Rio Su Laddialzu | 300 | Cantaru Ide Ploaghe Cantaru Ide Rio Su Laddialzu | 280 | F.na Istrampu Ardara Pentuma Rio Minore | 300 |
| Data del prelievo | 15.11.75 | 16.01.76 | 09.11.75 | 17.01.76 | 09.11.75 | 17.01.76 | 09.11.75 | 16.01.76 |
| Temperatura dell'aria °C | 9.0 | 8.0 | 13.0 | 11.0 | 14.0 | 10.0 | 14.0 | 10.0 |
| Temperatura dell'acqua °C | 10.0 | 8.0 | 16.0 | 16.0 | 14.0 | 10.0 | 12.0 | 17.0 |
| Portata l/s | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| pH | 7.9 | 7.8 | 7.4 | 7.8 | 8.3 | 8.3 | 6.4 | 6.7 |
| Cond. elettr. K 18°C µS | 1900.0 | 1900.0 | 600.0 | 580.0 | 1900.0 | 1950.0 | 700.0 | 710.0 |
| Residuo fisso a 110°C mg/l | 1460.0 | 1430.0 | 490.0 | 490.0 | 1520.0 | 1510.0 | 600.0 | 520.0 |
| Durezza totale | 207.2 | 471.5 | 307.2 | 285.8 | 521.5 | 535.8 | 157.2 | 221.4 |
| Durezza temporanea | 507.2 | 235.8 | 71.4 | 150.0 | 171.4 | 214.3 | 7.2 | 85.7 |
| Durezza permanente | 300.0 | 235.7 | 235.8 | 135.8 | 350.1 | 321.5 | 150.0 | 135.7 |
| Durezza calcica | 228.6 | 171.5 | 157.2 | 185.8 | 185.7 | 235.8 | 50.0 | 71.4 |
| Durezza magnesiacca | 278.6 | 300.0 | 150.0 | 100.0 | 335.8 | 300.0 | 107.2 | 150.0 |
| Ione calcio | 91.4 | 68.6 | 62.9 | 74.3 | 74.3 | 94.3 | 20.0 | 28.6 |
| Ione magnesio | 67.7 | 73.0 | 36.5 | 24.3 | 81.6 | 73.0 | 26.1 | 36.5 |
| Ione sodio | 338.5 | 327.5 | 46.0 | 40.0 | 285.0 | 312.5 | 120.0 | 115.0 |
| Ione potassio | 8.5 | 9.0 | 1.3 | 1.3 | 8.0 | 7.5 | 6.2 | 6.2 |
| Ione bicarbonato | 439.0 | 506.0 | 159.0 | 256.0 | 250.0 | 372.0 | 73.0 | 73.0 |
| Ione solforico | 82.0 | 80.0 | 39.0 | 22.0 | 65.0 | 61.0 | 37.0 | 25.5 |
| Ione cloro | 525.4 | 468.6 | 85.2 | 85.2 | 568.0 | 568.0 | 213.0 | 241.4 |
| Silice | — | 38.5 | — | — | — | — | — | — |

RIASSUNTO

È stato condotto uno studio idrogeologico ed idrogeochimico su un'area del Logudoro settentrionale, presso l'abitato di Ploaghe. A tal fine sono state prese in esame 14 sorgenti e, comparativamente, acque di scorrimento superficiale e acque di precipitazione.

Dal punto di vista idrogeologico, sono stati individuati dei serbatoi abbastanza superficiali localizzati in formazioni permeabili e semipermeabili; circuiti più profondi possono essere ipotizzati solo nel caso di acque emergenti da formazioni vulcaniche antiche.

Dal punto di vista geochimico, si distinguono 3 famiglie di acque:

- 1) Acque bicarbonato-cloruro-calciche.
- 2) Acque cloruro-sodiche-bicarbonato-magnesiache.
- 3) Acque cloruro-sodiche-bicarbonato-calciche.

Queste famiglie sono tra loro ricollegabili e rispecchiano, per il progressivo arricchimento di sali, i tipi di roccia in cui hanno circolato e l'ampiezza del loro circuito.

BIBLIOGRAFIA

- ALAMANNI U., BO G., DETTORI B., MAIDA A., PETTINATO S., PIETRACAPRINA A. — Studio geo-idrologico della Sardegna settentrionale - Memoria n. 5 - La provincia di Sassari. Studi Sassaesi, Sez. III, vol. XXI, Sassari 1973.
- BECCALUVA L., MACCIOTTA G., VENTURELLI G. — Le vulcaniti plio-quadernarie del Logudoro (Sardegna nord-occidentale). Boll. Soc. Geol. It., 95, Roma 1976.
- BECCALUVA L., MACCIOTTA G., VENTURELLI G. — Dati geochimici e petrografici sulle vulcaniti « plio-quadernarie » della Sardegna centro-occidentale. Boll. Soc. Geol. It., vol. XCIV, Roma 1976.
- BECCALUVA L., DERIU M., MACCIOTTA G., SAVELLI C., VENTURELLI G. — Geochronology and Magmatic Character of the Pliocene-Pleistocene Volcanism in Sardinia (Italy). Bulletin Volcanologique, 40-3, 1976-77.
- BIONDUCCI, RATTU — Acque minerali della Sardegna. Rendiconto Sem. Fac. Scienze, Cagliari, vol. XXXIII, 1963.
- BURFORD J. A. — Les formations volcaniques de la Sardaigne. Schweiz Min. Petr. Mitt., vol. XVIII, 1933.
- COCOZZA T., JACOBACCI A., NARDI R., SALVADORI I. — Schema stratigrafico-strutturale del Massiccio Sardo-Corso e mineralogenesi della Sardegna. Mem. Soc. Geol. Ital., vol. XIII, Pisa 1974.
- DALL'AGLIO M., TEDESCO C. — L'analisi chimica delle acque naturali come mezzo di indagine geochimica. Studi e ricerche della Divisione Geomineraria, vol. III, C.N.R.N., Roma 1960.
- DALL'AGLIO M., TEDESCO C. — Rilievo idrogeochimico dell'area dei Monti Cimini, Roma 1968.
- DERIU M. — Stratigrafia, cronologia e caratteri petrografici delle vulcaniti « oligoceniche » in Sardegna. Mem. Geol. Ital., vol. III, Roma 1962.

- DERIU M. — Notizie sulla costituzione geologica del Bosano, della Planargia e del Montiferro Settentrionale e Occidentale. *Monografia Regionale sul Bosano*, Ass. Comm. di Bosa e Cuglieri, 1964.
- DERIU M., DI BATTISTINI G., MACCIOTTA G., VENTURELLI G. — Manifestazioni vulcaniche periferiche del Montiferro sud-occidentale. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. XCII, Roma 1973.
- FANCELLI R. & NUTI S. — Studio sulle acque termali e minerali della parte orientale della Provincia di Siena. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94, 1975, Roma 1975.
- GALLO F., GIAMMETTI F., PINGANI L., VERNIA L. — Le vulcaniti plio-quadernarie della zona circostante Cuglieri (Montiferro nord-occidentale - Sardegna) - « L'Ateneo Parmense » - *Acta Naturalia*, vol. II, n. 3, 1975.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI: Servizio Idrografico del Genio Civile. *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950*. Roma 1958.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI: Servizio Idrografico del Genio Civile. *Annali idrologici*, 1970, Roma.
- MORETTI A., PERNO V. — L'apparato vulcanico di San Matteo e la sua colata basaltica (Coloru) nella Sardegna Settentrionale. *Boll. Serv. Geol. d'Italia*, vol. LXXII, Roma 1950.
- MORETTI A. — Condizioni geologiche delle sorgenti minerali di San Martino, di Montes e di alcune zone circostanti (Sardegna Settentrionale). *Boll. Serv. Geol. d'Italia*, vol. LXXIII, fasc. 2, Roma 1951.
- PECORINI G. — Sulla morfologia di alcune manifestazioni vulcaniche «oligoceniche» nel Logudoro (Sardegna Settentrionale). XX Congr. Geogr. Ital., Roma 1967.
- PINNA M. — Il clima della Sardegna. *Pubblicazioni dell'Istituto Geografico Universale di Pisa*, Pisa 1954.
- SCHOELLER H. — *Les Eaux Souterraines*. Masson & C. ie Editeurs, Paris 1962.
- SERRA A. — Un nuovo giacimento e i suoi minerali in provincia di Sassari. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. 49, Roma 1930.
- SERRA A. — Appunti geologici riguardanti la Sardegna Settentrionale. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. LXXV, fasc. I, Roma 1956.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - Regione Autonoma della Sardegna - *Carta Geologica d'Italia*. Foglio 180: Sassari, scala 1:100.000, Firenze 1961.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - Regione Autonoma della Sardegna - *Carta Geologica d'Italia*. Foglio 193: Bonorva, scala 1:100.000, Firenze 1961.
- VARDABASSO S. — Questioni paleogeografiche relative al Terziario antico in Sardegna. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, vol. III, Roma 1962.

Si ringrazia il geom. Raimondo Delogu, tecnico esecutivo presso l'Istituto di Mineralogia e Geologia, per la collaborazione prestata e per la esecuzione dei disegni riportati nel presente lavoro.