

SERGIO PINNA

IL BARATZ, UNICO LAGO NATURALE DELLA SARDEGNA CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI (*)

1. *Introduzione.* – Il Baratz è stato già in parte studiato da altri autori, primo fra tutti Alberto La Marmora nel suo celebre *Viaggio in Sardegna* (1828). Questo geografo non solo ha definito la posizione del lago ma ne ha pure fornito una sintetica descrizione, chiamandolo con il curioso nome di lago Barsè. Si dovette poi attendere oltre un secolo per avere il primo articolo scientifico dedicato al lago ad opera di P. Montaldo (1954), il quale ha anche offerto la prima rappresentazione della batimetria della conca lacustre. In anni a noi più vicini si sono occupati del Baratz altri studiosi, come M. Cottiglia (1968) e G. Bollettinari e G. Scanu (1984): il primo ha fornito una più precisa determinazione della batimetria e ha effettuato importanti ricerche sui caratteri chimici delle acque, mentre i due ultimi, dopo un breve cenno allo specchio lacustre, hanno descritto i caratteri ambientali dell'area circostante nell'ambito di uno studio più ampio sulla Nurra centrale. Nell'ultimo decennio sono apparsi alcuni studi (Sechi e Cossu 1980; Sechi 1990) di carattere ecologico: qualità delle acque, eutrofizzazione, ecc.

Nel presente articolo, che è frutto di ricerche sul campo condotte nel 1990, verranno esaminati gli aspetti geomorfologici e idrogeologici dell'intero territorio per offrire un quadro d'insieme che comprenda il bacino idrografico del lago con le aree circostanti e la stessa massa lacustre nel suo bilancio idrico e nei suoi rapporti con l'ambiente esterno.

Il Baratz fa parte del territorio della Nurra (Sardegna nord-occidentale) e si trova circa 15 km a nord-ovest della città di Alghero e a 1,45 km di distanza dal mare. La quota del suo livello medio è di 31 m s.m. La profondità massima (quasi nel centro) oscilla all'incirca fra gli 11,5 m nei periodi di piena e i 9,5 m dopo le forti perdite subite nei mesi più aridi. La superficie

(*) Ringrazio vivamente i professori Paolo Roberto Federici ed Elvidio Lupia Palmieri per i loro consigli e per la lettura critica del manoscritto.

liquida, alla quota media di 31 m, risulta di 456.770 m², di cui il 25% spettante alle insenature. La forma della conca è piuttosto irregolare, ma nell'insieme si può dire che mentre la parte sud-occidentale è grosso modo rettangolare, con i lati lunghi in direzione NO-SE, quella nord-orientale appare frastagliata da tre insenature, in due delle quali sfociano gli affluenti del lago. La lunghezza massima, nella direttrice NO-SE, è di 947 m, la larghezza massima, lungo l'asse NE-SO, di 610. Ne deriva una larghezza media di 482 m; e dato che lo sviluppo costiero risulta di 5260 m, si ottiene un indice di sinuosità pari a 2,20 (1). Il volume d'acqua (con superficie a 31 m s.m.) è di 2,51 milioni di metri cubi.

I più importanti torrenti che versano le loro acque nella conca lacustre sono a ovest il Rio Cuile Puddighinu e a est il Rio dei Giunchi; quest'ultimo, che a sua volta riceve il Rio Bastianeddu, è da considerare come il principale immissario del lago, per quanto il suo letto ordinario superi di poco il metro di larghezza; dopo la confluenza, presso Ponte Crabolù, sono state misurate saltuariamente, nei mesi invernali, portate di piena di 0,3-0,5 m³/s, che si annullano del tutto durante l'estate. Le sorgenti sono ovunque scarse per la mancanza di acquiferi importanti.

Le rive lacustri sono sabbiose su tutto il lato occidentale e meridionale, mentre nelle altre parti sono rocciose e a pendio abbastanza ripido. Complessivamente il tratto sabbioso è lungo 1500 m (il 28,5% del perimetro complessivo); esso è costituito per circa 1000 m dal lato interno di un cordone di dune che chiude il lago dalla parte del mare e che culmina con una quota massima di 70 m nella Punta Sa Guardiola (2). Attraverso il cordone di dune avviene una filtrazione di acque verso il mare, una sorta di emissario sotterraneo, che possiamo considerare come il normale scarico del lago. Queste acque riemergono in parte in forma di vere e proprie risorgive («Funtana di Ebi Dolzi», Fontana dell'Acqua Dolce) presso la riva del mare nell'insenatura di Porto Ferro (fig. 1).

Una caratteristica particolare del lago è data dalla notevole clorinità delle sue acque (560 ppm di Cl) derivante in parte dal dilavamento di alcune rocce del bacino (arenarie permo-triassiche), che hanno un elevato contenuto salino, e in parte dalle minute particelle saline sottratte alle acque del mare che il maestrale riversa sui terreni del bacino, sulla vegetazione e sulle stesse acque del lago (l'«effetto spray», secondo la definizione degli ecologi). Anche la durezza dell'acqua è notevole, dato che la presenza del CaCO₃ in varie misure ha oscillato fra 250 e 400 ppm. Quanto al pH, i valori più frequentemente rilevati in laboratorio sono stati sempre vicini a 8, non calando mai al di sotto di 7. La temperatura massima registrata negli strati superficiali è stata di 28,3 °C, quella minima di 9,4 °C.

(1) Per la determinazione di questi parametri rimando al noto trattato di V. Tonolli (1964).

(2) Nelle carte topografiche dell'IGM al 25.000 rilevate nel 1958 e negli studi di Montaldo (1954) e Cottiglia (1969) la quota è 68 m, mentre nei rilievi aerei recenti (1978) è 70 m. E' difficile dire se la duna nel frattempo si sia accresciuta o se una delle due carte contenga un errore, che è sempre possibile quando il rilievo è coperto da vegetazione forestale.

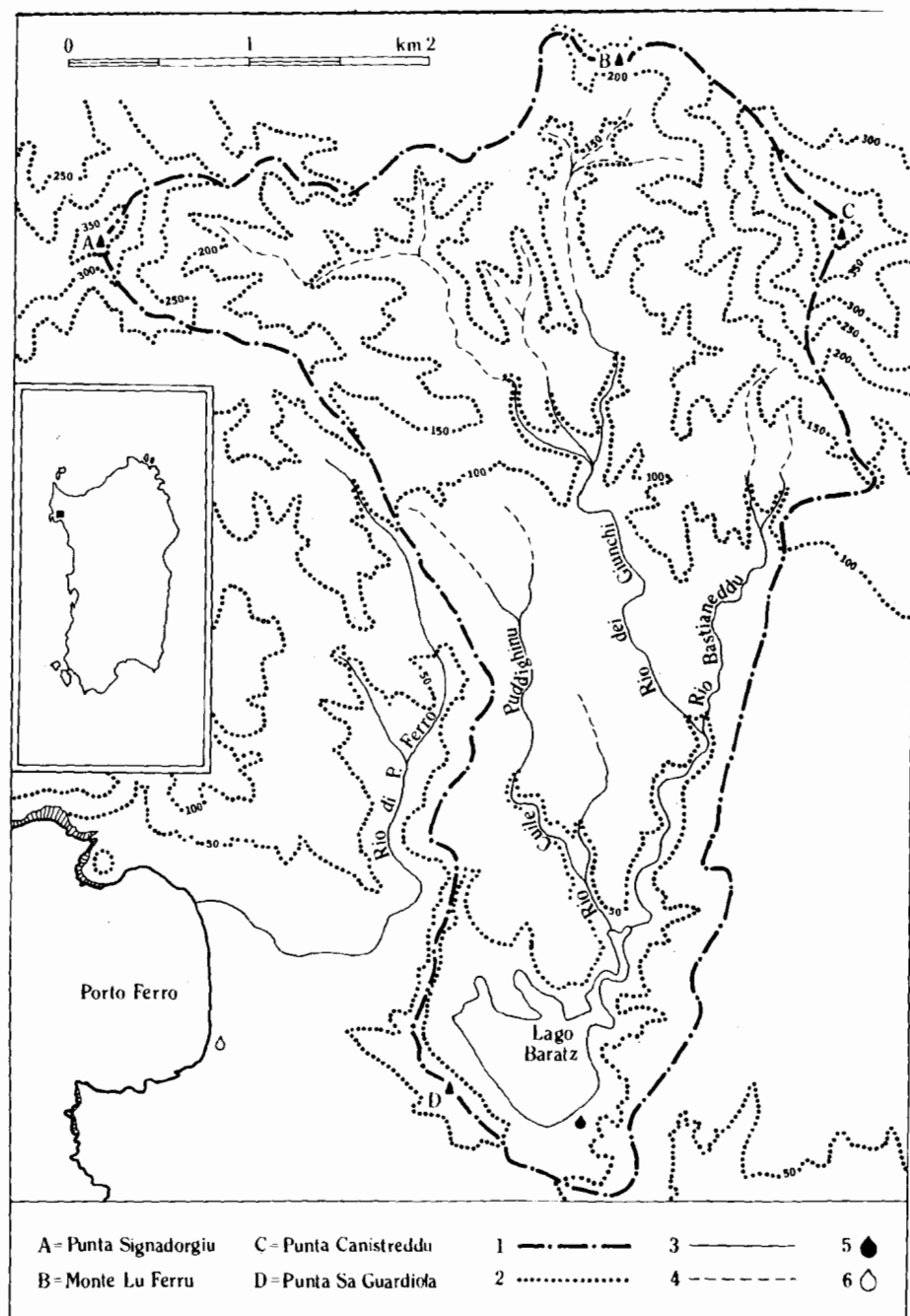


FIG. 1 – RILIEVO E IDROGRAFIA DEL BACINO DEL LAGO BARATZ.

1, linea spartiacque; 2, isoipse principali; 3, corsi d'acqua a regime torrentizio; 4, tronchi a drenaggio sporadico; 5, sorgenti importanti che alimentano il lago; 6, risorgive di scarico delle acque lacustri.

Infine, per quanto riguarda l'origine, ormai si ritiene che il lago si sia formato per sbarramento dell'antica valle del Rio dei Giunchi ad opera di sabbie che provengono dall'insenatura di Porto Ferro e si sono stabilizzate in dune.

2. *Le condizioni geologiche del bacino idrografico e del litorale antistante.* —

Dal punto di vista altimetrico si possono riconoscere nel bacino idrografico del lago due zone distinte: una settentrionale, collinare, con rilievi che si elevano dai 200 ai 400 m (Monte Lu Ferru 228 m, Punta Canistreddu 413 m), e un'altra meridionale, pianeggiante o debolmente ondulata, più vicina al lago; in quest'ultima, accanto alle rocce antiche si hanno estese aree occupate da depositi recenti appena incisi da un reticolo idrografico molto evoluto.

Geologicamente la Nurra è una delle regioni più interessanti della Sardegna, in quanto vi sono rappresentate rocce appartenenti a tutte le ere, ad eccezione di quella archeozoica. Nell'area oggetto di studio (il bacino idrografico del lago e le zone contermini) però non sono presenti i calcari mesozoici, che occupano invece estesi spazi più a oriente e più a sud (fig. 2).

Le formazioni del Paleozoico presenti nel bacino del Baratz sono costituite dalle stesse rocce metamorfiche che occupano gran parte del settore occidentale della Nurra, offrendo al mare falesie di varia altitudine. Si tratta essenzialmente di filladi sericitiche di età cambriano (?)—siluriana, quasi ovunque iniettate di quarzo, dalla colorazione grigio-verdastra, che occupano una fascia diretta grosso modo da ovest a est, nel territorio in cui si svolge il corso medio degli affluenti del lago, e che riappaiono poi più a nord in corrispondenza dello spartiacque (Cuili Intrada Noba). Tra le due aree si interpone un potente orizzonte di scisti quarzitici, coevi alle filladi, che nel quadro d'insieme offre un certo risalto dovuto a fenomeni di erosione selettiva. Questi due grandi complessi metamorfici in alcune zone risultano attraversati da corpi filoniani metalliferi (piombo argentifero della località l'Argentiera, minerali di ferro di Canaglia, ecc.).

Sopra il basamento antico, ma in discordanza su di esso, si trovano formazioni sedimentarie appartenenti a una lunga fase deposizionale, rappresentata da arenarie di colore rosso-violaceo attribuite al Permiano superiore e al Trias inferiore (3); esse occupano le parti più basse del bacino idrografico del Baratz fino ad arrivare alla sponda settentrionale del lago, e si ritrovano poi sulla costa e nei due promontori che delimitano l'insenatura di Porto Ferro e nella piattaforma di abrasione che costituisce il fondo marino antistante. Queste arenarie di ambiente continentale, sviluppate in *facies* germanica, come le formazioni dei due periodi successivi (Muschelkalk e

(3) Filladi e scisti quarzitici sono attribuiti dubitativamente dalla carta geologica al Cambriano e al Silurico. Parimenti per le arenarie rosso-violacee che si trovano nella Nurra tutti i geologi che hanno effettuato rilievi in quel territorio hanno constatato che non è possibile in questa formazione trovare un chiaro passaggio dal Permiano al Trias.

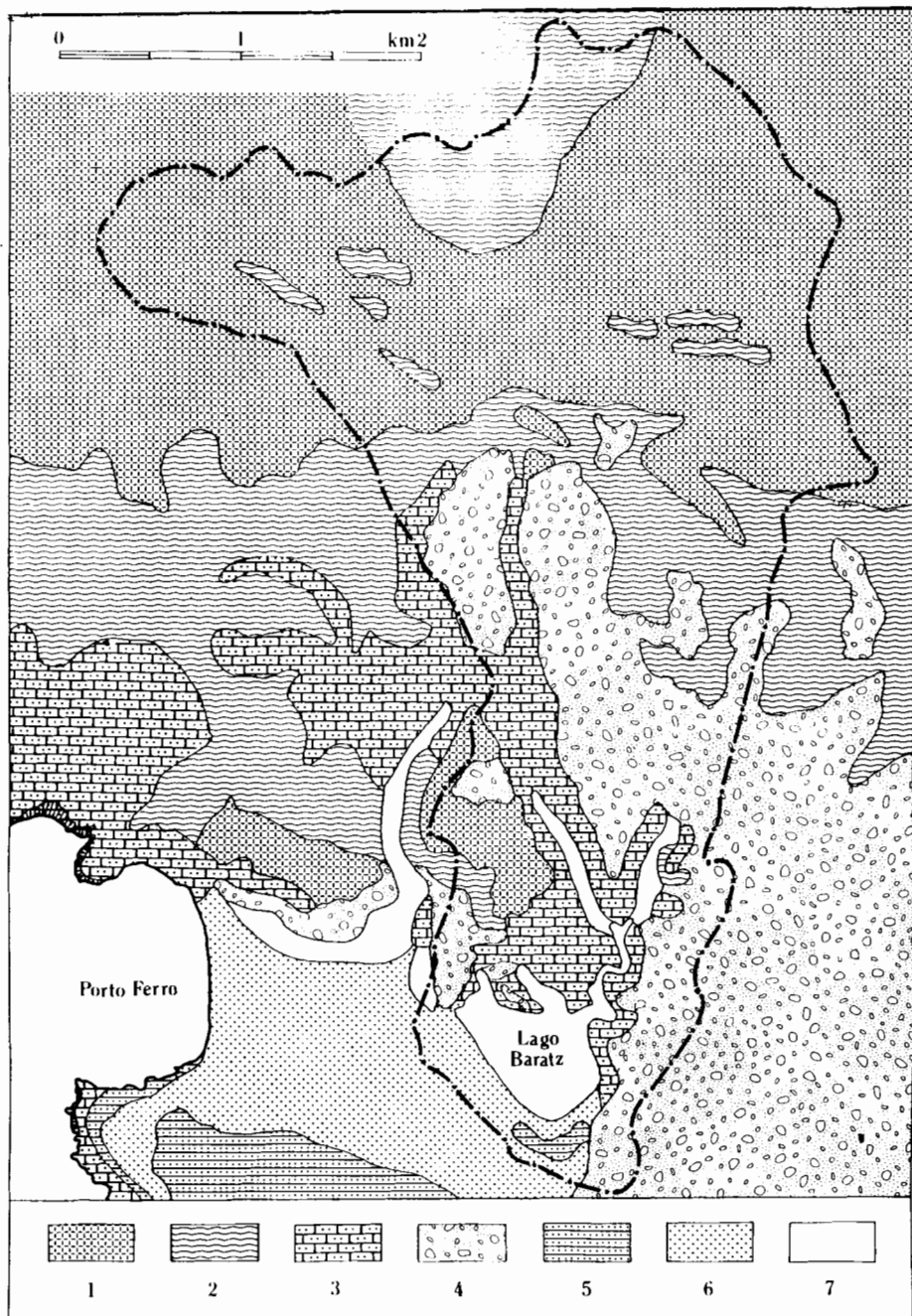


FIG. 2 – CARTA GEOLOGICA DEL BACINO DEL BARATZ.

1, quarziti e scisti quarzitici; 2, filladi; 3, arenarie permo-triassiche; 4, depositi di *glacis*; 5, arenarie eoliche; 6, sabbie eoliche oloceniche; 7, alluvioni recenti (Olocene).

Keuper) affioranti a breve distanza, fanno supporre frequenti alluvionamenti e raccolte di acque sovrassalate ricche di cloruri e di carbonati. Per ciò che riguarda la giacitura, le formazioni permo-triassiche si presentano in vari punti con lembi immergenti verso sud e sud-est, con angolo particolarmente accentuato in corrispondenza dell'insenatura di Porto Ferro. La disposizione appena indicata mostra qualche differenza da luogo a luogo a causa di movimenti che è difficile cogliere nella loro unità dall'esame della sola area di cui ci occupiamo.

Nel territorio compreso tra la costa e il limite orientale del bacino del Baratz mancano del tutto le formazioni mesozoiche, come si è già accennato. Il Quaternario invece è rappresentato da depositi continentali di *glacis* (o «alluvioni terrazzate», secondo una precedente definizione) nel settore centrale e orientale e da arenarie eoliche e da sabbie eoliche in quello meridionale e sud-occidentale, tra il lago e il mare.

I depositi continentali, che sono attribuiti al Pliocene superiore e al Pleistocene inferiore, ricoprono in discordanza, su superfici di erosione variamente modellate, le rocce antiche sopra descritte. Si tratta di depositi caratterizzati da accumuli di ciottoli eterogenei ed eterometrici sub-angolari, con dimensioni anche di 30-40 cm che però diminuiscono notevolmente con il procedere verso sud. In tali accumuli si trovano insieme frammenti di roccia, ciottoli di quarzo e lenti sabbioso-limose arrossate, derivanti dal disfacimento delle formazioni paleozoiche. La deposizione di questi sedimenti, che traggono origine da processi di erosione compiutisi a scapito dei versanti meridionali del Monte Forte, è certamente legata ad un'azione di ruscellamento su distanze modeste, come dimostra lo scarso arrotondamento dei ciottoli. Tale caratteristica però induce a ritenere che nella formazione di questi depositi di *glacis* i processi di versante abbiano avuto un ruolo altrettanto importante di quello dei processi fluviali. Bisogna poi rilevare che queste alluvioni plio-pleistoceniche, essendo derivate dal disfacimento delle rocce antiche, presentano anch'esse una pur modesta quantità di sali, di cui arricchiscono le acque scorrenti su di esse.

Le arenarie eoliche del settore sud-occidentale si rivelano poligeniche, lievemente arrossate, con abbondanti granuli di quarzo che mostrano un rimaneggiamento ad opera del vento. Tali depositi sono quasi ovunque spianati a causa dell'erosione. Per quanto riguarda l'età, essi vengono attribuiti a momenti diversi del Quaternario, soprattutto in funzione della loro evoluzione e della quota in cui si trovano, poiché la loro composizione è praticamente identica e il contatto con le formazioni sottostanti poco significativo. Secondo G. Pecorini (1954), i depositi che oggi appaiono alle quote di 30-40 m sarebbero pre-tirreniani, anche se riesce difficile – come lo stesso autore riconosce – ricostruire fasi e modalità di sedimentazione, mentre quelli in prossimità dell'attuale linea di riva devono essere attribuiti a un'età post-tirreniana.

Ancora più recenti delle formazioni appena descritte sono le sabbie eoliche delle dune che separano il lago dal mare e i depositi alluvionali presenti negli alvei degli affluenti del lago (Olocene).

Le sabbie, che in certi tratti risultano debolmente cementate, sono in gran parte di età olocenica, dato che la fase di accumulo seguita alla fine della regressione würmiana si è protratta fino a età storica, anzi fino a tempi del tutto recenti, quando l'uomo è intervenuto con opere di rimboschimento intese a impedire la progressiva migrazione delle sabbie verso l'interno.

Pure di età pleistocenico-olocenica sono i depositi alluvionali, in genere sabbioso-limosi, che si trovano negli impluvi degli affluenti del lago insieme con livelli di ciottoli fluviali, di dimensioni commisurate alle deboli energie in gioco localmente.

Il basamento metamorfico paleozoico e le sovrastanti arenarie permotriassiche affioranti nell'area del bacino hanno subito i contraccolpi degli eventi tettonici succedutisi dal Paleozoico in poi. Nel basamento antico, in particolare, sono visibili i segni delle forze deformative erciniche, che hanno interessato l'intera Sardegna. Le conseguenze morfostrutturali più significative sono dovute alla tettonica distensiva terziaria, durante la quale una serie di faglie con direzione N-S (mioceniche e in parte anche plioceniche) ha isolato il blocco paleozoico della Nurra, determinando la depressione che esiste tra Alghero e Porto Torres e che è ricollegabile a quella più ampia, nota come «fossa sarda» (dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari). L'intensa azione erosiva conseguente a tali eventi tettonici ha prodotto lo smantellamento delle formazioni post-paleozoiche, fino a interessare lo stesso basamento scistoso cristallino, come accade appunto nel bacino idrografico del lago Baratz, dove sono del tutto scomparse le formazioni sedimentarie dell'era mesozoica.

3. I caratteri geomorfologici del bacino idrografico. – La costa occidentale della Nurra, che è formata da una falesia attiva pressoché continua, con scarpate anche di 50 m, presenta una serie di insenature di varie dimensioni: alcune piuttosto piccole, opera della sola erosione marina, altre profonde, in cui è evidente l'azione di un'antica idrografia; in queste ultime il lato interno è costituito sempre da una spiaggia sabbiosa. Nel caso della valle del Rio dei Giunchi, alla spiaggia segue, verso l'interno, una serie di dune, in parte fissate dalla vegetazione, che in alcuni punti superano i 50 m di altezza. Oltre l'alto sbarramento di dune si estende lo specchio del lago, le cui acque bagnano diverse formazioni. Come risulta dalla carta geologica della fig. 2, il lago giace sulle arenarie permotriassiche, che assicurano l'impermeabilità del fondo, ma la stessa formazione ne costituisce quasi tutto il perimetro costiero settentrionale e nord-orientale, dove essa è sormontata dai depositi alluvionali quaternari. Nel tratto terminale del Rio dei Giunchi (circa 500 m prima dello sbocco nel lago) riemergono le filladi antiche.

Il bacino del lago Baratz fa parte del versante meridionale di una lunga dorsale orientata da O a E, che va dal Capo dell'Argentiera al Monte Forte. Essa è costituita quasi unicamente da scisti quarziticci e da quarziti compatte che raggiungono le vette maggiori nella Punta Canistreddu (413 m) e nel Monte Forte (464 m); più a nord, verso Palmadula e fino a Stintino, e a sud,

verso il lago e fino ad Alghero, le altitudini diminuiscono costantemente.

Limitando l'attenzione al bacino idrografico, notiamo che esso, con le valli che ingloba, si estende essenzialmente in direzione meridiana: la sua maggiore lunghezza, nell'asse N-S, è di 6,50 km, la larghezza massima di 4,10 km. La superficie complessiva (compresa quella del lago) è di 12,2 km²; la larghezza media quindi risulta di 1,88 km. La lunghezza della linea di dislivello è di 16,20 chilometri.

Se esaminiamo la superficie del bacino ripartita tra le varie fasce altimetriche abbiamo il quadro che segue:

ZONE ALTIMETRICHE	SUPERFICIE (km ²)	%
oltre 400 m	0,007	0,06
400 - 350	0,071	0,58
350 - 300	0,176	1,44
300 - 250	0,295	2,42
250 - 200	0,865	7,09
200 - 150	2,500	20,50
150 - 100	2,570	21,08
100 - 50	4,190	34,36
50 - 0	1,520	12,47
<i>Bacino</i>	<i>12,194</i>	<i>100,0</i>

L'altitudine media è di 120,80 metri.

Come si può notare, oltre il 55% della superficie del bacino è compresa fra 50 e 150 m e più del 75% tra 50 e 200. La curva ipsografica (fig. 3), con il suo profilo molto regolare, mette in evidenza il prevalere dei ripiani di altezza inferiore a 200 m e la scarsa estensione sia delle aree con meno di 50 m di quota sia di quelle poste al di sopra dei 300 m. Si tratta in sostanza di un rilievo dalle forme addolcite, come conferma la carta del gradiente di pendio (fig. 4); essa mostra come le pendenze delle aste fluviali siano complessivamente modeste, tanto che esse superano il 10% soltanto in ristrette zone a nord, in prossimità dello spartiacque. I valori più bassi del gradiente si ritrovano nell'area centrale del bacino, dove si distende l'alveo del Rio dei Giunchi, ma soprattutto nel corso medio e inferiore del Rio Puddighinu, fino allo sbocco nel lago (4).

Passando all'esame dell'attuale rete di drenaggio, notiamo anzitutto che essa presenta la disposizione tipica di un reticolo parallelo, che diventa dendritico in vicinanza dello spartiacque. Evidenti sono i caratteri di un'i-

(4) La carta del gradiente di pendio, come quella successiva della densità di drenaggio, è stata costruita calcolando i relativi valori per maglie di 0,5 km di lato. In entrambi i casi la parte del bacino in cui si estende lo specchio lacustre è stata esclusa dal computo.

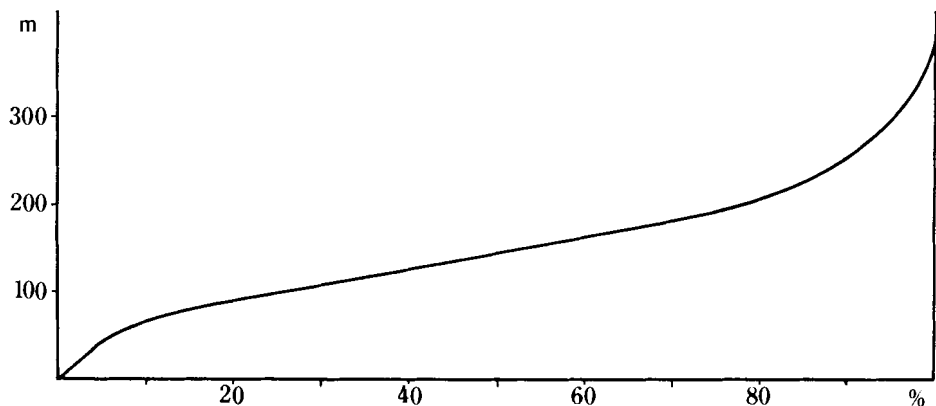


FIG. 3 - CURVA IPSOGRAFICA DEL BACINO DEL BARATZ.

E' evidente la forte prevalenza delle superfici comprese fra 100 e 200 metri.

drografia antica orientata da N a S o da NNO a SSE e impostata su vallecicole a V, in cui la forte incisione che si nota nel corso medio e basso è da attribuire alla notevole erodibilità delle formazioni superficiali: è stata appunto l'asportazione di questi depositi quaternari che ha fatto affiorare le formazioni paleozoiche. La piovosità attuale, per quantità e regime, non favorisce la presenza di uno scorrimento superficiale perenne; tale condizione però è determinata anche dalla notevole vicinanza del substrato impermeabile alla superficie, una condizione che non è compatibile con la presenza di falde acquifere importanti. In ogni caso il reticolo idrografico risulta discretamente organizzato in corsi d'acqua di vari ordini, soprattutto nei bacini più ampi, come quelli del Rio dei Giunchi e del Rio Cuile Puddighinu, che versano le acque nel lago, e nel bacino del Rio di Porto Ferro, che scorre molto vicino all'area di cui ci occupiamo.

La carta della densità di drenaggio (fig. 5) mostra un andamento assai interessante, che appare strettamente collegato con la litologia della zona. I valori più bassi infatti si ritrovano in vicinanza dello spartiacque settentrionale, dove affiorano le quarziti e gli scisti quarzitici, appena ricoperti da un sottile strato di suolo: sono queste le rocce meno erodibili fra tutte quelle affioranti nel territorio della Nurra. Valori ancora modesti (meno di 4 km/km²) si hanno nel settore centrale in una fascia pianeggiante compresa tra gli alvei dei due maggiori corsi d'acqua. Le densità di drenaggio più elevate si registrano sempre nel settore centrale del bacino in corrispondenza dell'alveo dei due torrenti e delle zone contermini dalle quali provengono i loro affluenti, composti di vari rami, i quali scorrono prevalentemente su terreni sedimentari quaternari facilmente erodibili, costituiti dai depositi di *glacis*.

4. *Ipotesi sull'origine del lago.* - L'indagine sull'origine del lago deve prendere necessariamente le mosse da questa semplice constatazione: la

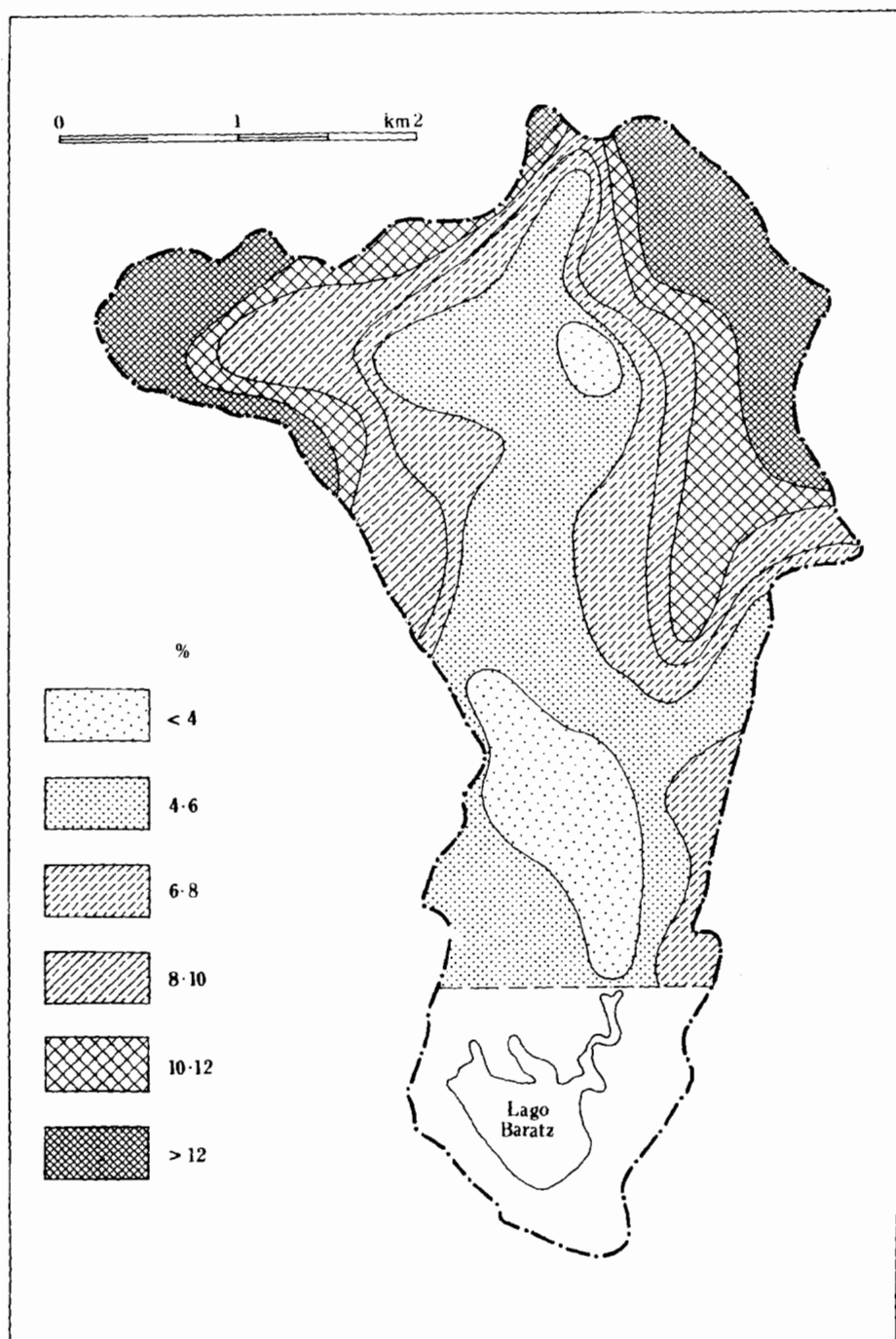


FIG. 4 – CARTA DEL GRADIENTE DI PENDIO.

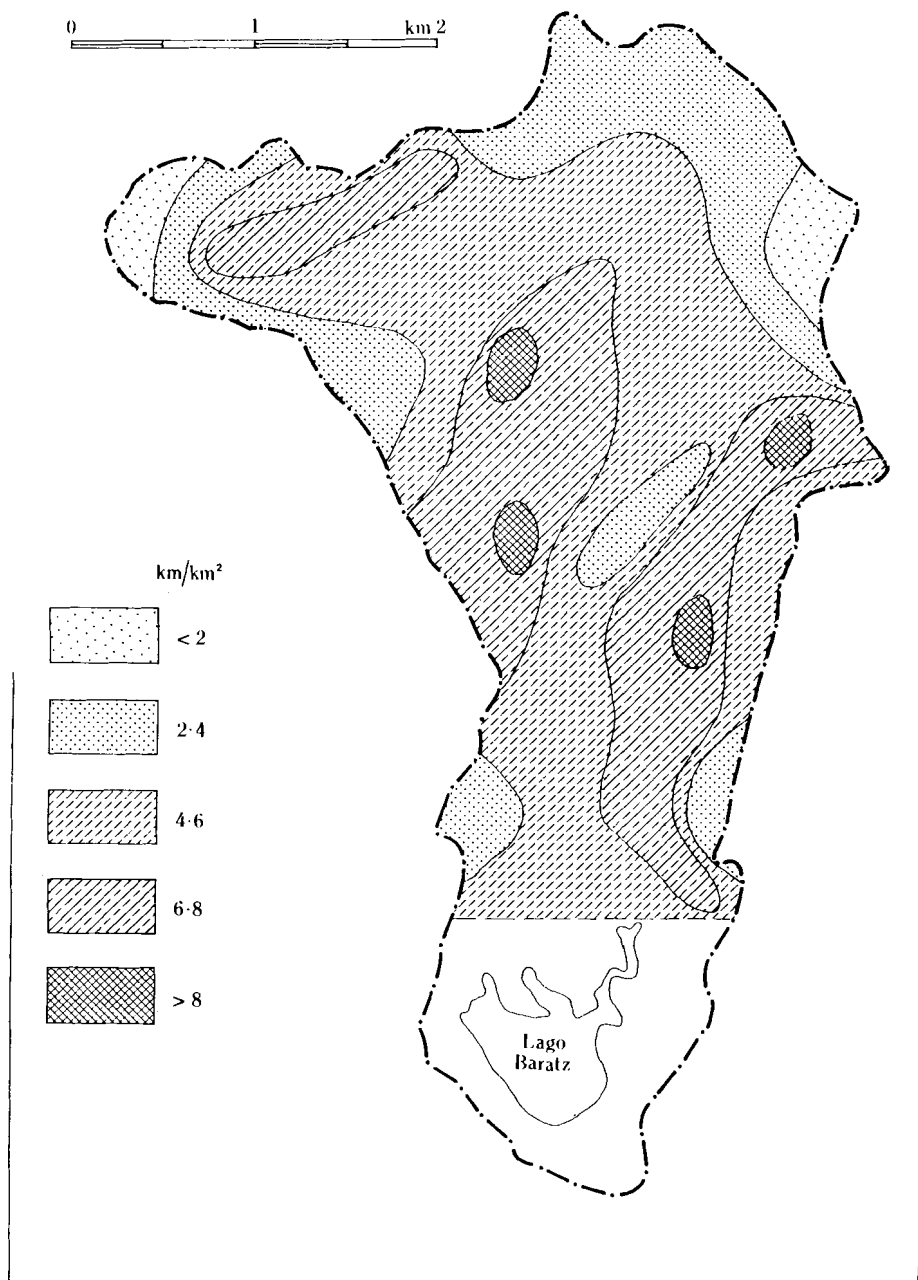


FIG. 5 – CARTA DELLA DENSITA' DI DRENAGGIO.

conca lacustre è situata tra un bacino di alimentazione che presenta una morfologia molto evoluta e quel tratto della fascia costiera della Nurra in cui la continuità della falesia è interrotta da un'ampia insenatura (Porto Ferro), dalle forme pure evolute. Sorge perciò spontanea l'idea che il bacino idrografico, la conca lacustre e l'insenatura costituissero in passato una unità geomorfologica ben definita, ossia una valle fluviale.

L'origine del lago, come già detto, viene attribuita allo sbarramento di un'antica valle fluviale ad opera di una serie di cordoni di dune. A tale riguardo però rimane ancora qualche aspetto da chiarire. Anzitutto, da dove provengono queste sabbie e in quale ambiente si sono formate? Montaldo (1954) risponde a tale quesito nell'ambito di una sua personale ipotesi sulla genesi del Baratz. Egli riporta quest'origine all'interglaciale Riss-Würm, quando la bassa valle dei corsi d'acqua ora facenti capo al lago era invasa dal mare, che formava così una *ria* profonda e ramificata; a suo giudizio l'attuale sbarramento di dune eoliche si sarebbe costituito a partire da una barra sottomarina formatasi nel punto in cui le onde in arrivo e la risacca si fanno equilibrio, e alimentata quindi da sabbie portate sia dalle acque fluviali sia dalle onde e dalle correnti costiere. Questa barra, accrescendosi, avrebbe finito per emergere, dando luogo dapprima a una laguna e successivamente a un vero e proprio lago, una volta venuta meno qualsiasi comunicazione con il mare. L'origine marina, sempre secondo Montaldo, sarebbe testimoniata dalla presenza nelle sabbie di microfossili (foraminiferi, poriferi), peraltro molto rari.

A tale ipotesi ritengo se ne possa contrapporre un'altra più semplice, e cioè che l'area a dune è interamente eolica, senza basamento di sabbie marine, e che il lago è di origine più recente (Pleistocene superiore-Olocene). Sappiamo infatti che la disponibilità di ingenti masse di materiali detritici e l'accentuata ventosità che caratterizzarono varie fasi della regressione würmiana hanno favorito in molti tratti della costa occidentale sarda la formazione di dune eoliche. Si può così ritenere che nella valle ora occupata dal Baratz le dune si siano fermate nel luogo dove oggi raggiungono la maggiore estensione per il semplice fatto che in quel luogo la topografia offriva le condizioni favorevoli per il loro arresto; a ciò va aggiunto il ruolo della vegetazione nel fissare queste sabbie. L'importanza delle azioni eoliche è ulteriormente confermata dal fatto che il Rio di Porto Ferro, un tempo affluente dell'attuale Rio dei Giunchi, una volta ostruita dalle sabbie l'area in cui avveniva la confluenza, ha dovuto cercarsi una foce autonoma all'interno dell'insenatura. E' significativo che la foce si trovi a ridosso della Punta di Torre Negra, dove si fa meno intensa l'azione di deflazione delle sabbie operata dal maestrale (fig. 2).

In attesa di ulteriori ricerche molto approfondite condotte nell'area a dune, nelle zone vicine e nei rilievi che dominano l'insenatura di Porto Ferro (che potrebbero portare nuovi elementi di giudizio), ritengo che all'ipotesi di Montaldo si possano rivolgere le seguenti obiezioni:

1 - Nelle sponde del lago e degli immissari non si trovano tracce di de-

positi marini di ambiente costiero; come alcuni autori hanno riconosciuto, talvolta isolati blocchi di arenarie eoliche sono stati erroneamente interpretati come resti di panchina quaternaria. Se quelle tracce vi sono state, l'erosione determinata dall'idrografia würmiana e post-würmiana le ha cancellate; in sostanza nulla oggi giustifica il passaggio a una fase intermedia di laguna e quindi l'esistenza di una barra sottomarina. A tale riguardo giova ricordare che alcuni sondaggi effettuati attraverso la duna da un ente di bonifica (ETFAS) in corrispondenza della quota 28 (nel 1958) hanno indicato soltanto un'alternanza di sabbie eoliche sciolte e di arenarie pure eoliche e infine, sul fondo, alcuni strati di limo a diretto contatto con le sottostanti arenarie permo-triassiche. Quei sondaggi, comunque, non hanno rivelato alcuna traccia di depositi marini o di macrofossili.

2 - Il fatto che nelle sabbie delle dune si trovino dei microfossili non è motivo sufficiente per attribuire al deposito un'origine marina, dato che il vento può avere trasportato questi residui fossili verso l'interno, dopo che il mare li ha depositati sulla riva. Di questo parere è anche M. Cottiglia (1969).

L'ipotesi dell'origine pleistocenico-olocenica però deve superare a sua volta questa obiezione: come spiegare il fatto che il Rio dei Giunchi, nel punto in cui si getta nel lago, si trova a una quota così alta (31 m) a meno di 2 km dalla costa? A tale obiezione ritengo si possa rispondere con questi argomenti.

a) Il primo riguarda la sedimentazione nella conca lacustre e l'alterazione del profilo longitudinale del corso d'acqua derivante dall'origine del lago. Infatti, se consideriamo soltanto gli ultimi 8000 anni e ipotizziamo un innalzamento del fondo di 2 mm all'anno nella parte centrale della conca (entro l'isobata di 8 m) per apporti di sabbie dalle dune e di materiali continentali ad opera degli affluenti, abbiamo uno spessore di circa 16 m di sedimenti. Possiamo così dedurre che la quota alla quale si trovava l'alveo fluviale prima della formazione del lago era molto vicina all'attuale livello del mare. La notevole altezza della superficie del Baratz rispetto a quella marina si può spiegare agevolmente considerando appunto il fenomeno della sedimentazione. Infatti, una volta formatosi il lago, si è realizzato in esso un equilibrio annuale tra apporti e perdite. Tale equilibrio però veniva costantemente alterato sia dalla sedimentazione, che faceva innalzare la quota del fondo, sia dall'avanzamento della duna, che tendeva a restringere la superficie liquida; di conseguenza il livello lacustre si è dovuto elevare gradualmente rispetto alla situazione originaria affinché il volume dell'acqua potesse mantenersi inalterato. A sua volta la continua variazione della quota della confluenza ha determinato una costante alterazione del profilo longitudinale degli affluenti in prossimità dello sbocco nel lago. Questa considerazione ci porta dunque ad escludere che prima della formazione del Baratz il Rio dei Giunchi in quel punto si trovasse a 31 m s.m. (5). Era

(5) In questo lavoro si considera come situazione normale del lago quella preesistente ai forti prelievi d'acqua degli anni '60 e '70 di cui si farà cenno più avanti, ossia superficie lacustre a 31 m s. m. e profondità massima di 10,8 m.

forse a 3-4 m e non più: quota che può ancora apparire eccessiva, ma trova una piena giustificazione, come vedremo qui di seguito.

b) L'attuale spiaggia di Porto Ferro è il risultato di una forte erosione tuttora in atto. Si può arguire quindi che l'innalzamento eustatico post-würmiano, unitamente a una forte azione erosiva, ha provocato l'arretramento della costa, per cui il mare attualmente occupa quelle aree che soltanto poche migliaia di anni addietro erano attraversate dal Rio dei Giunchi fino alla sua foce (6).

5. *Il bilancio idrico e la permeabilità della barriera dunale.* – Per poter conoscere nei suoi vari aspetti il regime del lago è stato determinato anzitutto il bilancio idrico del bacino di alimentazione, facendo uso del metodo di Thornthwaite (1948). Esso ha consentito di valutare non solo i totali annui ma anche la distribuzione mensile della evapotraspirazione reale, nonché del deflusso superficiale dal bacino idrografico verso la conca lacustre. Successivamente, con altri calcoli, è stato possibile pervenire alla conoscenza del bilancio complessivo del lago; infine, con i dati così conseguiti, si è tentata la misura indiretta del coefficiente medio di permeabilità dello sbarramento dunale.

Il bilancio idrico del bacino di alimentazione. Come base per questa ricerca sono stati assunti i dati climatici disponibili per la Nurra e le aree immediatamente contigue; in particolare per le precipitazioni, le medie del sessantennio 1921-80 delle stazioni di Alghero, Olmedo, Stintino e Porto Torres e quelle del trentennio 1951-80 della stazione di Fertilia. Per la temperatura invece si avevano a disposizione soltanto i valori di Alghero, 1926-80, e di Fertilia, 1951-80. Pertanto sono stati seguiti questi criteri: per le precipitazioni sono state costruite le carte mensili e annua delle isoiete nella Nurra e in tal modo è stato possibile ricavare per l'intero bacino del Baratz (dove non esistono stazioni) i valori medi riportati nella tabella; per le temperature invece sono state adottate le medie di Fertilia (che dista dal lago soltanto 10 km), opportunamente corrette in base al gradiente termico d'altezza per tener conto dell'altitudine media del territorio considerato; il gradiente termico valido per la zona è stato ricavato da una nota pubblicazione del Servizio Idrografico (1969).

Per gli anni 1958-1963 potevamo disporre anche dei dati di una stazione che ha funzionato sulle rive del lago, da cui risulta una temperatura media annua di 16,4 °C e una piovosità annua di 578 mm (Pietracaprina, 1964). I valori termici medi di quel periodo appaiono inferiori a quelli qui adottati in tutto il semestre caldo e un po' più alti in quello freddo, per evidente influenza della massa d'acqua. Per questa ragione – a parte la brevità del pe-

(6) L'erosione della spiaggia di Porto Ferro era stata rilevata anche da B. Spano agli inizi degli anni '50 (Spano e Pinna, 1956).

riodo di osservazione – quei dati non potevano essere da me adottati, dato che essi non ci indicano le condizioni medie dell'intero bacino idrografico. Altrettanto si può dire per i dati pluviometrici: quelli assunti in questo lavoro sono un po' più elevati e per questo possono esprimere meglio la situazione media, poiché nei pressi dello spartiacque (settore nord) il totale annuo delle piogge supera i 600 mm (7).

Come si può vedere dall'analisi della tabella e della fig. 6, localmente si ha un apporto annuo di pioggia pari a 595 mm, che equivalgono a

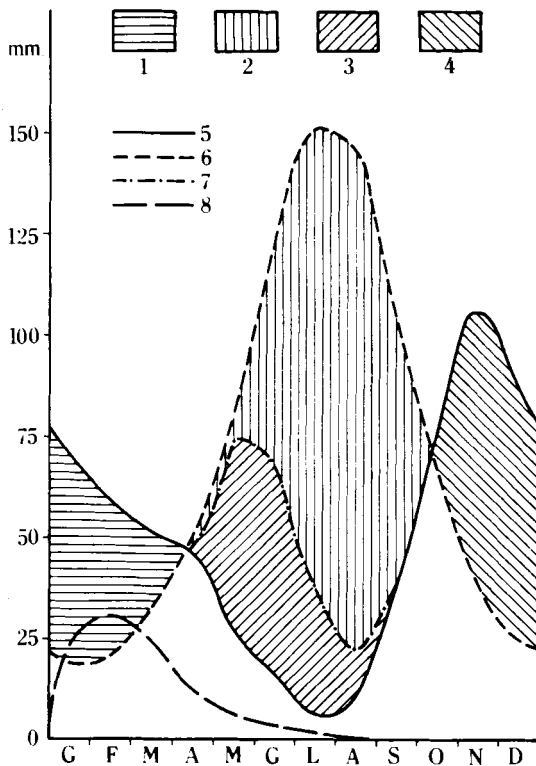


FIG. 6 – BILANCIO IDRICO DEL BACINO DEL BARATZ SECONDO IL METODO DI THORNTHWAITTE.

1, eccedenza idrica; 2, deficit; 3, perdite della riserva; 4, ricostituzione della riserva; 5, precipitazioni mensili; 6, EPT; 7, ETR; 8, deflusso.

(7) Una carta delle isoiete della Nurra molto simile a quella da me ottenuta è stata costruita da M.A. Pulina con le medie di un diverso periodo di osservazioni (Baldaccini e altri, 1981).

BILANCIO IDRICO DEL BACINO DEL LAGO BARATZ (Riserva massima del suolo=150 mm).

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
T	9,5	9,7	11,6	13,8	17,4	21,9	24,6	25,0	22,3	18,0	13,9	11,5	16,6
P	70	59	51	46	27	16	6	11	38	79	106	86	595
PE	19	20	33	50	82	124	151	145	104	66	37	25	856
P-PE	51	39	18	-4	-55	-108	-145	-134	-66	13	69	61	-261
AWL	0	0	0	-4	-59	-167	-312	-446	-512	0	0	0	-
ST	150	150	150	148	100	49	17	6	4	17	86	147	-
CST	3	0	0	-2	-48	-51	-32	-11	-2	13	69	61	-
AE	19	20	33	48	75	67	38	22	40	66	37	25	490
D	0	0	0	2	7	57	113	123	64	0	0	0	366
S	48	39	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
RO	24	31	25	12	6	4	2	1	0	0	0	0	105
TMD	174	182	175	161	107	52	18	6	4	17	86	147	1129

T = Temperatura; P = Precipitazioni; PE = Evapotraspirazione potenziale; AWL = Perdite d'acqua cumulate; ST = Riserva idrica del suolo; CST = Variazioni della riserva; AE = Evapotraspirazione reale; D = Deficit idrico; S = Eccedenza idrica; RO = Scorrimento superficiale; TMD = Ritenzione totale di umidità.

(La temperatura è espressa in °C, tutti gli altri parametri in mm).

6,99 milioni di m³ di acqua caduta nel bacino (esclusa l'area del lago). Il regime pluviometrico vede il valore più alto in novembre (106 mm, il 17,8% del totale) e quello minimo in luglio. L'autunno e l'inverno rappresentano le stagioni più piovose, poiché da sole forniscono i tre quarti di tutte le precipitazioni dell'anno. L'evapotraspirazione reale naturalmente ha un regime diverso, dato che presenta il suo massimo in maggio; infatti nei mesi più caldi, quando essa raggiunge i valori più alti, nei terreni del bacino l'acqua disponibile per i processi di evaporazione e traspirazione è molto scarsa o manca del tutto. In ogni caso l'evapotraspirazione reale sottrae ogni anno 490 mm (8), pari a 5,75 milioni di m³ d'acqua, corrispondenti all'82,3% della quantità totale delle piogge. Rimane dunque per l'alimentazione del lago un apporto netto di 105 mm (*piogge efficaci*); ossia 1,23 milioni di m³; di eventuali apporti sotterranei esterni al bacino non sussistono i presupposti. Il grafico ci mostra ancora che la fase di eccedenza idrica si ha solo da gennaio ad aprile, mentre lo scorrimento superficiale del quale il lago si avvale (i 105 mm) si esaurisce nel periodo estivo e rimane nullo per molti mesi.

Se teniamo conto dunque degli afflussi meteorici, 595 mm, e dei deflussi, 105 mm, otteniamo un coefficiente di deflusso medio del bacino pari a 0,18.

Per eseguire un controllo di quest'ultimo dato, ne è stato effettuato il calcolo anche con il metodo di Kennessey, modificato da A. Tardi e S. Vittorini (1977), che si basa sulla sommatoria di determinati parametri attribuiti ai caratteri principali del bacino, e cioè la pendenza media, il grado di permeabilità dei terreni, l'estensione e il tipo di vegetazione. Il calcolo per il nostro bacino ha dato il valore di 0,24 (fattore acclività 0,01; fattore permeabilità 0,14; fattore vegetazione 0,09), che è quindi abbastanza vicino a quello ottenuto con il metodo del bilancio idrico di Thornthwaite; anche questo invero tiene conto della capacità del terreno, con la sua vegetazione, di immagazzinare l'acqua.

Bilancio e regime idrologico del lago. Il bilancio del lago può essere espresso dalla relazione:

$$F = RO + P_l - E_l$$

in cui

F = filtrazione attraverso la duna

RO = apporti degli immissari

P_l = precipitazioni sullo specchio lacustre

E_l = evaporazione dallo specchio lacustre

Gli apporti degli immissari sono dati, in una media pluriennale, dalle

(8) E' interessante rilevare che con la formula di Turc si ottiene un risultato del tutto simile: 488 mm.

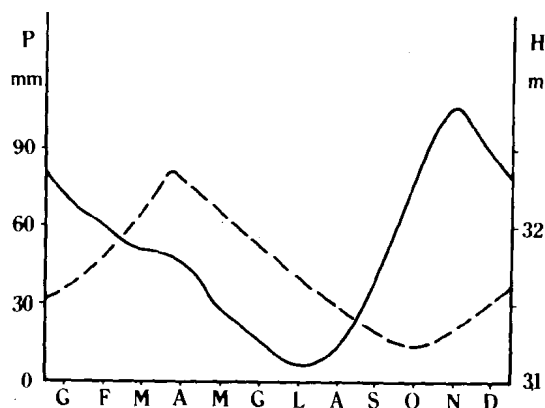


FIG. 7 - RAFFRONTO TRA IL REGIME PLUVIOMETRICO (a linea continua) E QUELLO IDROLOGICO (a tratti).

precipitazioni efficaci nel bacino di alimentazione; sulla base dei dati relativi al bilancio idrico di Thornthwaite si è ottenuto:

$$RO = 0,105 \text{ m} \cdot 11,74 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 1,23 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Per quanto concerne le precipitazioni che cadono direttamente sullo specchio lacustre si è considerato un valore annuo di 580 mm, da cui è risultato:

$$P_l = 0,580 \text{ m} \cdot 0,46 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 0,27 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

L'evaporazione dallo specchio lacustre è stata calcolata in 1800 mm l'anno mediante la seguente formula di Visentini (1935 e 1938):

$$E_m = 1,55 (T_m)^{1,5} + 0,29 W_m + 1,41 (100 - U_m)$$

in cui

E_m = evaporazione mensile

T_m = temperatura media mensile

W_m = velocità media mensile del vento

U_m = umidità relativa media mensile

La quantità d'acqua evaporata in un anno risulta essere così:

$$E_a = 1,800 \text{ m} \cdot 0,46 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 0,83 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

Il valore ottenuto sembra abbastanza attendibile, tenendo conto che M. Pinna (1954) e P. Montaldo (1954) riportano per i grandi laghi artificiali sardi un'evaporazione annua di 2000-2200 mm, che salgono a 2500 mm in al-

cune zone del Campidano particolarmente esposte al vento di maestrale. Il valore di 1800 mm assegnato al Baratz sembra senz'altro pertinente, sia perché i valori termici sono qui inferiori a quelli della Sardegna meridionale sia perché un alto cordone di dune protegge in notevole misura il lago dall'azione dei venti di NO.

Sulla base dei dati così ottenuti la quantità annua di acqua filtrata attraverso le sabbie è risultata

$$F = 1,23 \cdot 10^6 + 0,27 \cdot 10^6 - 0,83 \cdot 10^6 = 0,67 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

La portata media di filtrazione è quindi pari a $0,021 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per quanto riguarda il regime idrologico del lago, rappresentato dalle oscillazioni del livello delle acque nel corso dell'anno, possediamo soltanto i pochi dati rilevati da P. Montaldo dal 1947 al 1951. Prendendo in esame questi ultimi, constatiamo che tale regime si discosta non poco da quello pluviometrico. Il grafico della fig. 7 mostra infatti che mentre le piogge presentano i valori massimi in novembre e dicembre, come già si è visto, il lago raggiunge i livelli più alti in marzo e aprile e i minimi in settembre e ottobre. Rileviamo ancora che il diagramma idrologico non è simmetrico rispetto al suo valore massimo, dato che la fase di innalzamento delle acque segue abbastanza da vicino l'andamento degli apporti meteorici, in conseguenza sia della modesta superficie del bacino idrografico, sia del carattere torrentizio degli affluenti. Gli abbassamenti del livello invece avvengono molto lentamente (gradiente dh/dt minore di quello che riguarda gli accrescimenti) data la mancanza di un emissario superficiale con deflusso dell'ordine di grandezza di quello degli immissari.

La permeabilità della duna. Come abbiamo visto qui sopra, dal lago ogni anno filtrano attraverso le sabbie della duna $0,67 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ di acqua, che in parte vanno ad alimentare le polle di Funtana de l'Ebi Dolzi e in parte si scaricano direttamente in mare (fig. 8). La provenienza dal lago di queste acque è dimostrata anche dai caratteri chimici, che sono del tutto identici nella massa lacustre e nella sorgente. Il fatto che la portata delle sorgenti si atteni non poco nei mesi estivi, quando il livello del lago si abbassa, fa pensare che i fanghi di fondo, mescolati ai resti delle fitocenosi locali, abbiano reso scarsamente permeabile la parte più bassa della duna, che è normalmente bagnata dalle acque profonde; le polle, in sostanza, sarebbero alimentate principalmente dall'epilimnio (0-5 m di profondità).

Partendo da tali considerazioni e da un attento esame delle carte topografiche è parso ragionevole valutare in circa 5000 m^2 la parte della superficie dello sbarramento dunale interessata dalla filtrazione (la lunghezza della duna è di circa 1 km). Sulla base dei dati così ottenuti è stato possibile pervenire a una misura indiretta del coefficiente medio di permeabilità delle sabbie eoliche che separano il lago dal mare.

Dalla relazione di Darcy:

$$Q = KSi$$

è stato ricavato un K pari a circa 2,1 cm/s, in funzione dei valori così considerati:

$Q \approx \text{m}^3/\text{s}$; portata ricavata dal bilancio idrologico;

$i \approx 0,018$; pendenza della superficie piezometrica, considerando la quota del lago 31 m e la distanza media di quest'ultimo dal mare pari a 1700 m;

$S \approx 5000 \text{ m}^2$, superficie media di filtrazione misurata sulle carte (1:5000).

Il risultato ottenuto sembra senz'altro compatibile con le caratteristiche di una duna eolica litoranea, come quella presa in considerazione (9).

Sarebbe stato interessante poter confrontare le nostre misure indirette con valori idrologici derivati da registrazioni strumentali. In effetti, si può disporre di sporadici dati di portata delle polle situate nella spiaggia di Porto Ferro, ma sarebbe erroneo utilizzarli per controlli quantitativi, sia per la scarsa attendibilità di quelle misure, sia per l'impossibilità di valutare il volume delle acque che raggiunge il mare senza alimentare le risorgive. Montaldo (1954) invece ha tentato una valutazione del bilancio idrico che sembra basarsi proprio sui valori di portata delle risorgive esistenti all'esterno della duna. I calcoli, che si riferiscono all'anno 1947-48, hanno condotto però a risultati poco convincenti; infatti si sarebbe registrato un coefficiente di deflusso di 0,54 (il triplo di quello medio da me ottenuto) proprio in un torrente vicino, al fine di aumentare il volume delle acque da sfruttare

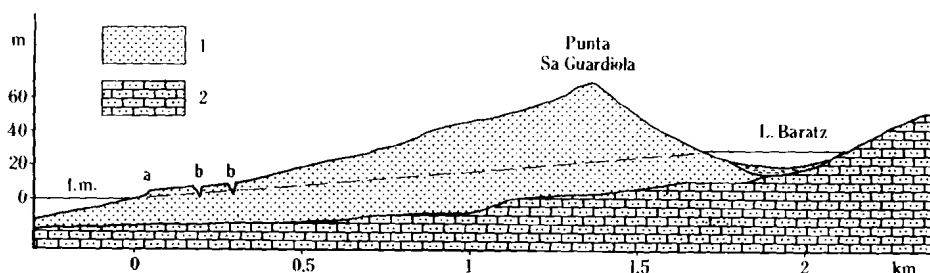


FIG. 8 - SEZIONE ATTRAVERSO LA DUNA, DAL LAGO ALLA SPIAGGIA DI PORTO FERRO.

1, sabbie eoliche; 2, arenarie permio-triassiche; *a*, piccola scarpata della spiaggia in erosione; *b*, risorgive della serie di Funtana dell'Ebi Dolzi.

A tratteggio la superficie piezometrica.

(9) Al riguardo si veda Castany, 1968.

Dopo una decina d'anni di utilissimo nel quale l'afflusso meteorico è stato valutato in soli 417 mm. Se consideriamo che l'evapotraspirazione reale media annua – da me calcolata con i metodi di Thornthwaite e di Turc – è di circa 490 mm, è ragionevole ritenere che le valutazioni di Montaldo non siano corrette e che si possano probabilmente addebitare ad una sovrastima delle portate di filtrazione attraverso le sabbie eoliche.

6. *Conclusione. La recente alterazione dell'ecosistema del Baratz e i piani di ripristino ambientale.* – Per oltre un decennio (1957-1970) l'uomo è intervenuto in maniera molto decisa nel modificare il naturale ciclo annuale del lago, utilizzandone le acque a scopo irriguo, con prelievi dell'ordine di 500-600 mila m³ all'anno; dal 1970, quando ormai si erano manifestate le gravi conseguenze negative di tale sfruttamento, si è operata una forte riduzione dei prelievi (solo il 15-20% dei valori iniziali), finché nel 1974 si è deciso di cessare del tutto questa incauta manomissione.

La proposta di utilizzare le acque del Baratz a scopo irriguo, senza tener conto delle gravi conseguenze che ciò avrebbe comportato, è stata

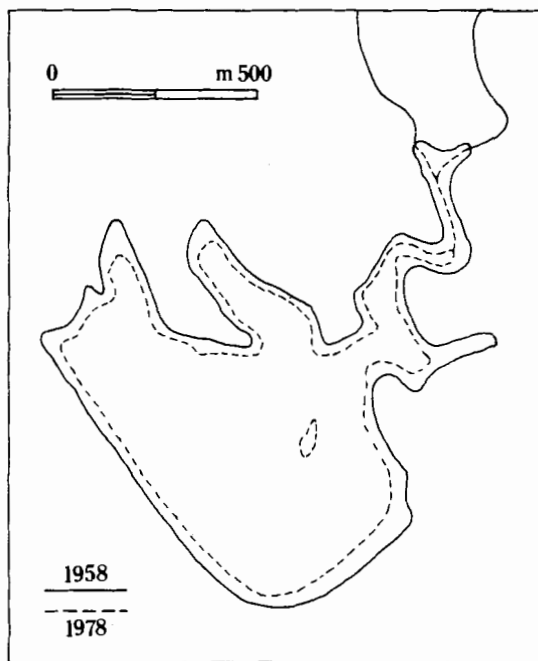


FIG. 9 – LA SUPERFICIE DEL BARATZ SECONDO LE CARTE DELL'IGM (1958) E SECONDO IL RILIEVO AEREO ORDINATO DAL COMUNE DI SASSARI (1978).

avanzata fin dai primi studi scientifici che hanno avuto come oggetto questo piccolo lago. Il primo a lanciare quell'idea è stato proprio P. Montaldo, il quale ha pure suggerito queste due iniziative per migliorare i rendimenti di tale operazione: anzitutto impermeabilizzare la duna attraverso la quale avviene la filtrazione sotterranea e inoltre immettere nel lago un piccolo torrente vicino, al fine di aumentare il volume delle acque da sfruttare.

Do una decina d'anni di utilizzazione delle acque i danni ambientali si sono presentati in tutta la loro gravità. Gli scompensi idrologici più palesi furono la riduzione della superficie lacustre fino a metà di quella originaria e l'abbassamento del livello di 3-4 m. A questo mutamento ambientale sembra dovuto l'affermarsi di alcune alghe tossiche, tra cui il *Prymnesium parvum*, che si ritiene responsabile della moria di tutti i pesci del lago. Al momento attuale, nonostante i vari tentativi compiuti, non si è ancora riusciti a ripristinare questa fauna ittica.

Le forti variazioni di cui si è appena detto sono testimoniate dalla cartografia disponibile. Come si vede dalla fig. 9, nelle carte IGM rilevate nel 1958 il lago (a quota 31) penetrava con le sue acque nel solco vallivo dei suoi affluenti e non aveva alcuna isola; la carta del 1978 dimostra che il livello è sceso a 27 m, per cui le acque si sono ritirate dalle valli degli affluenti (i quali si riuniscono in superficie per gettarsi nel lago con un unico ramo), mentre un'isola è apparsa nel settore centro-orientale. Agli inizi degli anni '80 il Baratz si stava riportando al suo assetto normale (superficie liquida a 31 m s.m. e profondità a 10,8 m), ma nella seconda metà di quel decennio si è verificata una nuova forte riduzione del corpo idrico in conseguenza di alcune annate poco piovose, e soprattutto dei due eccezionali episodi di siccità verificatisi negli anni idrologici 1988-89 e 1989-90.

I danni di cui si è fatto cenno si sono potuti verificare anche per il fatto che lo stesso bacino imbrifero presenta qualche aspetto negativo in riferimento all'ecologia lacustre. Infatti, mentre la copertura boschiva occupa solo un terzo della superficie totale, quasi tutto il resto è occupato da pascoli, che vengono regolarmente concimati; vi sono poi 100 ha destinati a colture agrarie. Tale situazione ha un impatto negativo sul lago, per il rilascio di circa 4000 kg di azoto e 350 kg di fosforo (10). Questi due elementi infatti recano danni rilevanti (ad es., determinano un'eccessiva crescita vegetale) quando la loro quantità supera le capacità ricettrici del corpo idrico, come è avvenuto appunto negli anni di forte riduzione del volume lacustre.

Gli ecologi da tempo avevano sollecitato provvedimenti intesi a frenare tale inquinamento e a evitare che altre attività umane potessero avere un ulteriore impatto negativo non solo sui caratteri ambientali ma sulla stessa sopravvivenza del lago. Per lungo tempo questi studiosi sono rimasti inascoltati, ma ora le prospettive sono più confortanti, dopo le opportune ini-

(10) Le valutazioni qui riportate sul carico inquinante si devono a N. Sechi (1990). Un elemento positivo però è costituito dall'assenza pressoché totale della popolazione.

ziative prese dalla Regione Sarda e dal Comune di Sassari. La Regione, che aveva già sottoposto l'area del Baratz a «vincolo di non trasformabilità» e aveva protetto la spiaggia di Porto Ferro mediante un decreto che pone sotto tutela tutta la fascia costiera dell'isola, ha recentemente stabilito i criteri per la ripartizione dei compiti tra Regione, Province e Comuni nella protezione ambientale. In tal modo il Comune di Sassari ha potuto predisporre il suo piano paesistico, il quale non solo riconosce, molto opportunamente, l'unità del territorio comprendente il lago, l'area a dune e la spiaggia di Porto Ferro, ma ne prevede anche la tutela con una «zona parco», in cui saranno possibili soltanto interventi di silvicoltura e altre iniziative per la fruizione delle risorse naturalistiche e dei beni culturali.

Con la realizzazione di queste opere è auspicabile che il Baratz possa riprendere il suo regime naturale e il suo ruolo nell'ecologia della Nurra, anche se non dobbiamo dimenticare che il destino normale di un lago – come a tutti è ben noto – è quello di essere un fenomeno transitorio.

BIBLIOGRAFIA

- BALDACCINI P. e altri, *Il rilievo integrale dell'area di Tottubella (Sardegna nord-occidentale)*, «Atti Istit. Mineral. e Geol. dell'Univ. di Sassari», Sassari, 1981, 2 voll.
- BOLLETTINARI G. e SCANU G., *Contributo alla geomorfologia della Sardegna Settentrionale*, Sassari, 1984, («Pubblicazioni dell'Istituto e Laboratorio di Geografia dell'Università di Sassari», 8).
- BRANDIS P., *Lineamenti geomorfologici e idrogeologici del Turritano e della Nurra settentrionale*, in «Atti del Convegno: L'approvvigionamento idrico della Provincia di Sassari», Sassari, Gallizzi, 1974, pp. 1-35.
- CARBONI S. e altri, *Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 192. Sardegna*, in *Contributi alla Carta Neotettonica d'Italia*, pubbl. n. 251 del Progetto finalizzato Geodinamica, Roma, CNR, 1982.
- CARMIGNANI L. e altri, *Evoluzione tettonico-metamorfica del basamento ercinico della Nurra (Sardegna di NW)*, in «Mem. Soc. Geol. Ital.», 20, Roma, 1979, pp. 57-84.
- CARMIGNANI L. e altri, *Guida alla Geologia del Paleozoico sardo*, Pisa, Pacini, 1982.
- CASTANY G., *Traité pratique des eaux souterraines*, Parigi, Dunod, II ediz., 1968.
- COCOZZA T. e altri, *Schema stratigrafico-strutturale del massiccio sardo-corso e minero-genesi della Sardegna*, in «Mem. Soc. Geol. Ital.», 13, Roma, 1974, pp. 85-186.
- COTTIGLIA M., *Il Lago Baratz (Sardegna nord-occidentale)*, in «Boll. Soc. Sarda di Sc. Nat.», Sassari, 1969, n. 5, pp. 15-42.
- DETTORI B., *Studio geoidrologico della Sardegna settentrionale*, Mem. n. 4, *I bacini a ovest e a est del Rio Mannu di Porto Torres*, in «Studi Sassaressi», Sassari, sez. III, vol. 20, 1972, pp. 227-260.

- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO, *La distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955*, Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1969.
- MONTALDO P., *Idrogeologia della Nurra (Sardegna nord-occidentale). Il Lago di Barazza*, in «Boll. Serv. Geol. d'It.», Roma, 1954, pp. 241-274.
- PECORINI G., *Le dune fossili della Nurra di Alghero (Sassari)*, in «Rendic. Accad. Lincei», serie 8, vol. 16, Roma, 1954, pp. 735-741.
- PECORINI G., *Cenni geomorfologici sulla Nurra e sul Logudoro occidentale*, in «Pubbl. Ist. di Geol. e Paleontol. dell'Univ. di Cagliari», Cagliari, vol. 7, n. 73, 1968, pp. 3-22.
- PIETRACAPRINA A., *I suoli della Sardegna nord-occidentale*, «Studi Sassaesi», XII, n. 1, Sassari, 1964.
- PINNA M., *Il clima della Sardegna*, Pisa, 1954, («Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia dell'Università di Pisa», 1).
- SECHI N., *Il valore dell'unicità: il Lago Baratz*, in MACIOCCO G. (a cura di), *Le dimensioni ambientali della pianificazione urbana*, Milano, Angeli, 1990.
- SECHI N. e COSSU A., *Note preliminari sull'ecologia del Lago Baratz*, in «Atti III Conv. Ass. Ital. di Oceanogr. e Limnol.», Pallanza, 1980, pp. 45-50.
- SPANO B. e PINNA M., *Le spiagge della Sardegna*, Bologna, CNR, 1956.
- TARDI A. e VITTORINI S., *Il calcolo del coefficiente di deflusso su basi fisiografiche*, in «Boll. degli Ingegneri», Firenze, 1977, n. 4, pp. 5-14.
- TONOLLI V., *Introduzione alla Limnologia*, Pallanza, Ist. di Idrobiologia, 1964.
- THORNTHWAITTE C. W., *An Approach toward a Rational Classification of Climate*, in «The Geogr. Rev.», New York, 1948, pp. 55-94.
- VISENTINI M., *L'evaporazione degli specchi liquidi. Metodi di misura e risultati sperimentali*, Roma, XL Riunione AEI, 1935.
- VISENTINI M., *L'evaporazione degli specchi liquidi*, in «Mem. e Studi Idrogr.», Roma, 1938.

THE BARATZ, THE SOLE NATURAL LAKE IN SARDINIA. GEOMORPHOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL ASPECTS. – The origin of the Baratz lake is due to a dunning of an ancient river valley by coastal sand dunes; P. Montaldo (1954) considers the origin as pre-würmian but in this paper a hypothesis of an oloocene age is presented.

The water balance of the drainage basin had been carried out according to Thornthwaite's method thus obtaining the 0,18 value the annual average runoff coefficient. The lake has no surface-effluent and water seeps through the aeolian dunes to the sea.

With regard to its water balance, it has been calculated that the lake receives (rain and tributary rivers) $1,50 \cdot 10^6$ m³/year of water; $0,83 \cdot 10^6$ m³ evaporate (~1800 mm/year while $0,67 \cdot 10^6$ m³ seep into the sand).

On the ground of these data an indirect measure of the average coefficient of permeability for the sand dunes has been made, obtaining the $2 \cdot 10^2$ cm/s value.